

Modulhandbuch / Module handbook

Master of Science (M.Sc.)

Informatik / Computer Science

Prüfungsordnung / Examination regulations 2020

Institut für Informatik (IIF) / Department of Computer Science
Technische Fakultät / Faculty of Engineering

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



UNI
FREIBURG

Stand / As of: März / March 31, 2023



Content

Modulhandbuch / Module handbook Master of Science (M.Sc.) Informatik / Computer Science	1
Content	2
B. Overview of Study program and teaching unit	3
C. Profile of the degree program with qualification goals (technical and interdisciplinary)	4
C.1 Qualification goals of graduates of the program Master of Science Informatik / CS	4
C2. Technical qualification goals	5
C3. General and interdisciplinary qualification goals	5
D. Special features of the program (regarding stays abroad and internships)	6
E. Module descriptions and model study plan	6
E.1 Course structure	6
E.2 Example for study plan	9
E.3 Descriptions of all modules	10
F. Teaching and Learning Methods	11
G. Explanation of the examination system	12
G.1 Graded assessments / Exams („Prüfungsleistungen“)	12
G.2 Pass/fail assessments / Coursework („Studienleistungen“)	13

Module handbook detailed descriptions of all modules from HISinOne

B. Overview of Study program and teaching unit

Subject	Informatik / Computer Science
Degree	Master of Science (M.Sc.)
Scope of ECTS credit points	120
Study duration	4 Semesters / 2 years
Study format	Full-time
Type of study program	Consecutive and research oriented
Regular study duration	4 Semesters
University	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg / University of Freiburg
Faculty	Faculty of Engineering
Department	Department of Computer Science
Homepage	https://www.tf.uni-freiburg.de/en/study-programs/computer-science
Short profile	<p>The Master of Science Informatik / Computer Science program is versatile with a very flexible curriculum.</p> <p>Students acquire in-depth knowledge in various self-chosen IT areas by participating in different courses: Advanced and specialization lectures (accompanied by exercises), seminars, a lab course, a study project and the Master's thesis form a personal competency profile in the field of computer science. The Customized Course Selection area allows a look outside the box by taking some courses in subjects other than Computer Science. In the last semester, students work on their master's thesis. They are expected to tackle an actual research question in close cooperation with a professor of the Department of Computer Science as their supervisor, writing the Thesis and presenting the results for the supervisors.</p> <p>Students can opt to either choose their courses with a broad thematic orientation, combining various topics from all areas of Computer Science, or specialize in either artificial intelligence or cyber-physical systems, with the additional qualification "Specialization in Artificial Intelligence" resp. "Specialization in Cyber-Physical Systems" mentioned on the transcript.</p>
Educational Goals / Qualification	The Master degree program in Computer Science offers a study program based on the mathematical and methodological foundations of computer science, which deepens methodological knowledge and strengthens application knowledge in computer science, and verifies the student's independent problem solving skills. Students can choose between a broad thematic focus covering various areas of computer science or a specialization in either Artificial Intelligence or Cyber-Physical Systems. The degree program prepares students for a career in academic research or in data-processing companies.
Language(s)	English (some elective courses in application areas in German)
Admission requirements	<ul style="list-style-type: none"> • Bachelor's degree in computer science, math, or in a closely related field with 180 ECTS and a duration of at least 3 years or equivalent • Average grade of 2.9 or better in German grading system • English language proficiency level C1 or German C1 plus English B2
Intake	can be started either in the winter semester or the summer semester
Date/Version	As of March 2023 / exam regulations 2018

C. Profile of the degree program with qualification goals (technical and interdisciplinary)

The Master of Science degree program in Informatik / Computer Science is a two-year program open to highly qualified international and German graduate students with a Bachelor of Science degree in Computer Science or a similar subject. Building on the knowledge and skills from the basic course in the previous undergraduate Bachelor's degree, this graduate degree program conveys in-depth technical, methodological and subject related practical content. Students also acquire research skills and interdisciplinary skills.

The program has a total scope of 120 ECTS credits with a regular study duration of 4 semesters and can be started either in the winter semester or in the summer semester. With its flexible and versatile curriculum students acquire in-depth knowledge in various self-chosen IT areas by participating in different courses, structured in modules:

- **advanced and specialization lectures**, most of them accompanied by exercises (42 ECTS credits)
- **seminars** (6 ECTS credits)
- **a lab course** (6 ECTS credits)
- **a study project** (18 ECTS credits)

Completing these modules, students form a personal competency profile in the field of computer science.

The **Customized Course Selection area** (18 ECTS credits) allows a look outside the box by taking some courses in subjects other than Computer Science (like mathematics, microsystems engineering, economical sciences, applied bioinformatics, sustainable systems, neuroscience, physics, medicine or cognitive science). In the last semester, students work on their **Master's thesis** (30 ECTS credits), tackling an actual research question in close cooperation with a supervising professor (of the Department of Computer Science) and their staff, writing the Thesis and presenting the results.

Students can opt to either choose their courses with a broad thematic orientation, combining various topics from all areas of Computer Science, or specialize in either the area of artificial intelligence or cyber-physical systems, with the additional qualification "Specialization Artificial Intelligence" resp. "Specialization Cyber-Physical Systems" mentioned on the final graduation documents and certificates.

The academic degree "Master of Science" (M.Sc.) awarded after successfully completing the study program forms the second professional qualification and enables students to pursue an academic career by applying for a PhD and working towards a doctorate; or they can enter a career in industry, research and development.

C.1 Qualification goals of graduates of the program Master of Science Informatik / Computer Science

Computer science has become an integral part of our lives; it permeates all levels of everyday life, research areas and fields of work. So, as an expert in computer science possible occupational fields are divers and numerous. It depends on the distinct focus set during education in which area graduates will start out there career, and it is common that computer scientists change their focus more than once. Lifelong learning is a necessary concept in a subject as fast moving as computer science.

The Master of Science program in Informatik / Computer Science offers a study program based on the mathematical and methodological foundations of computer science that deepens methodological knowledge in computer science, and strengthens and verifies the student's independent problem solving skills. Students can choose between a broad thematic focus covering various areas of computer science or a specialization in either Artificial Intelligence or Cyber-Physical Systems. The degree program prepares students for a career in academic research or in data-processing companies.

Graduates specialized in AI are highly sought after, for example in work or research fields connected to autonomous driving, image recognition, medical- or biotechnology and neuroscience and many more

innovative areas. For graduates choosing to refrain from specializing in favor of building a broader set of skills, some of these areas might be equally interesting, maybe from a slightly different point of view. They can also go into a completely different direction, for instance by working in the media industry or application development. Companies in the sustainable energy industry or transportation industry will benefit from the expertise in safety and security graduates specialized in Cyber-Physical Systems can provide, but so can research areas in biomedical technology.

Some common qualification goals exist for all graduates, no matter the individual specialization or focus during their studies. Those are mentioned next, sorted by technical qualifications and general or interdisciplinary qualifications.

C2. Technical qualification goals

Graduates from the Master of Science Informatik / Computer Science program

- have professional methodological competence in various fields of computer science (advanced proficiency in their chosen specialization area) and can transfer the concepts into practical
- know about and can apply the usual procedures in computer science from engineering approaches (such as analyzing and construction) to mathematical methods for gaining knowledge (such as formalizing and proving) to empirical methods (such as experimentation and simulation)
- can grasp and structure complex problems and solve them using the usual methods of computer science
- are able to plan, carry out, document and present an IT task independently using scientific methods
- are proficient in using the usual IT tools, like programming, software development, system design, optimization procedures, testing etc.
- are aware of current requirements regarding safety and security aspects in computer science and can analyze potential threats and issues in new developments and applications
- are able to transfer their subject-related problem solving skills to other subjects and work with experts from that area to develop new applications and systems
- are aware of the social relevance of computer science and are able to grasp IT facts in various application and factual contexts; they can evaluate new concepts critically with regard to technical, societal and ethical aspects

C3. General and interdisciplinary qualification goals

Graduates also

- have general, interdisciplinary problem-solving skills
- can assess themselves and their performance to the point, that they are capable of planning and implementing a wide variety of projects
- have the ability to work in a team and can take responsibility for themselves and others
- know the rules of good scientific practice and have the skills for problem-oriented scientific research as well as the ability to critically assess research results
- can document technical contexts and present information in a suitable written or oral form
- have analysis and decision-making skills in respect to technical, social and ethical aspects
- are able to continue learning independently in the field of computer science
- can adapt to new technologies and transfer their knowledge to future developments

D. Special features of the program (regarding stays abroad and internships)

While neither stays abroad nor internships are compulsory for the Master program in Informatik / Computer Science, students are welcome to participate in either one or both on a voluntary base.

Students who would like to broaden their cultural horizons by spending a semester abroad will find information and support from various offices, such as the University's International Office and the Faculty's Erasmus coordinator for planning and coordination, and from the student advisor for useful adjustments to the individual personal study plan.

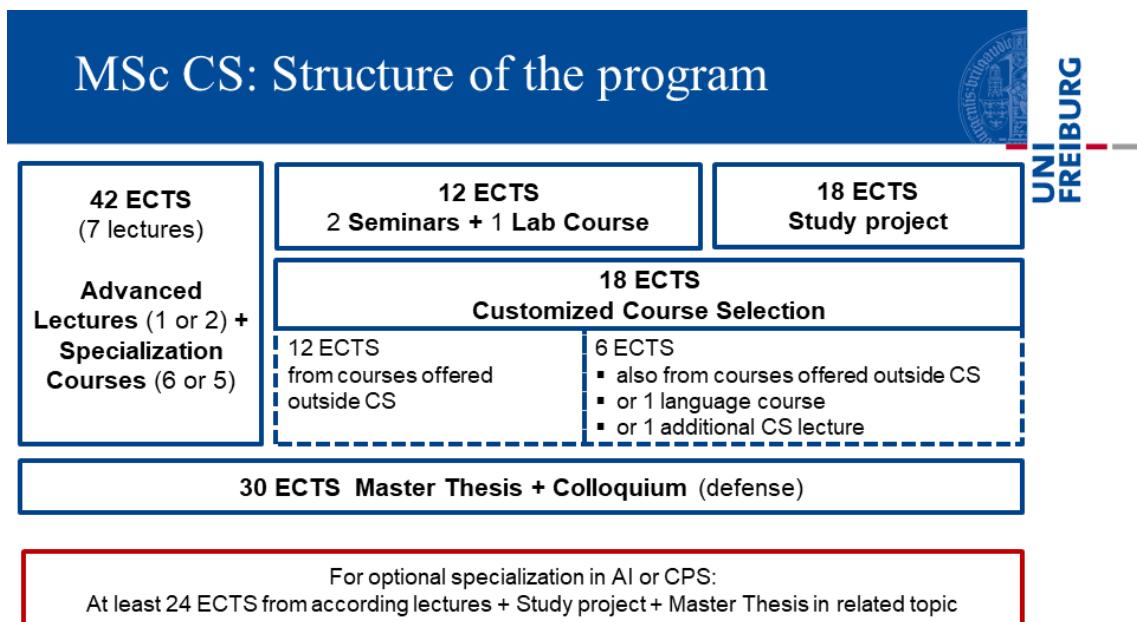
Students who want to gain practical experience through an internship will be supported in their project in an advisory capacity by the study coordinator and general advisor of the Faculty of Engineering.

E. Module descriptions and model study plan

E.1 Course structure

There is no predetermined curriculum for all the students in this Master program in Informatik / Computer Science. The exam regulations just provide the framework, which students fill with individually chosen lectures, seminars and other courses. As there are no mandatory courses, students in this versatile and individually adaptable program have to build and organize their own study plan following the regulations. They compose their individual portfolio of courses and determine the semester when to take them (observing the frequency of the offered courses as per the course catalog). Therefore, each student follows their own personalized study plan and course schedule.

The overall structure of the curriculum can be seen in the following overview of the syllabus:



Students can choose to either expand the range of the computer science expertise even more by one more lecture, or to complete all the available courses in this area in subjects other than computer science and so pursue interdisciplinary knowledge and skills on a slightly larger scale.

If so desired, students can choose to focus in one of the two **specialization areas**:

- Cyber-Physical Systems
- Artificial Intelligence

To specialize, students have to take the following courses from the respective areas:

- at least 4 Specialization courses or Advanced lectures (24 ECTS credit points)
- the Study project (18 ECTS credit points)
- the Thesis (30 ECTS credit points)

The affiliation of a course with one of the specialization areas is mentioned in the module description. An overview of the lectures and courses that are assigned to the respective area, from which the courses with at least 24 ECTS credits can be put together, can be found in the following table, and is also provided as an overview via PDF documents on the program website:

Lectures belonging to the specialization area Cyber-Physical Systems	Lectures belonging to the specialization area Artificial Intelligence
Advanced Lectures	Advanced Lectures
<ul style="list-style-type: none"> • Rechnerarchitektur / Computer Architecture • Softwaretechnik / Software Engineering 	<ul style="list-style-type: none"> • Image Processing and Computer Graphics • Foundations of Artificial Intelligence • Machine Learning
Specialization Courses	Specialization Courses
<ul style="list-style-type: none"> • Advanced Algorithms • Algorithms for Wireless Communication • Automated Machine Learning • Blockchain and Cryptocurrencies • Compiler Construction • Cyber-Physical Systems – Discrete Models • Cyber-Physical Systems – Program Verification • Debugging and Fuzzing • Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems • Embedded Systems Entrepreneurship (2ES) • Formale Methoden für Java / Formal Methods for Java • Funktionale Programmierung / Functional Programming • Hardware Security and Trust • Modellbildung und Systemidentifikation / Modelling and System Identification • Numerical Optimization • Numerical Optimal Control in Science and Engineering • Quantitative Verifikation / Quantitative Verification • Test und Zuverlässigkeit / Test and Reliability • Verteilte Systeme / Distributed Systems 	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced Computer Graphics • Advanced Deep Learning • Automated Machine Learning • Bioinformatics I • Bioinformatics II • Computer Vision • Einführung in die Multiagentensysteme / Introduction to Multiagent Systems • Embedded Systems Entrepreneurship (2ES) • Foundations of Deep Learning • Information Retrieval • Introduction to data driven life sciences • Introduction to Mobile Robotics • Programm Verifikation in Isabelle/HOL • Reinforcement Learning • Robot Mapping • SAT Solving • Simulation in Computer Graphics • Spieltheorie / Game Theory • Statistical Pattern Recognition

The contributions of the individual modules to the Master program are stated below:

The **Advanced Lectures (6 or 12 ECTS)** encompass the following seven specific lectures: Software Engineering, Foundations of Artificial Intelligence, Image Processing and Computer Graphics, Algorithms Theory, Databases and Information Systems, Machine Learning, and Computer Architecture. These lectures serve as foundations for the thematically related specialization courses as they provide the basic concepts and introductory knowledge in the respective fields. If students are interested in a certain area as their personal field of expertise, while not mandatory as prerequisites it is strongly recommended to complete the according Advanced Lecture before deepening their knowledge in specialization courses, especially if they have no previous knowledge or qualifications in the respective area.

Specialization courses (36 o 30 ECTS) generally represent the research and teaching areas of the professors at the Department of Computer Science in Freiburg.

There is a big variety of different topics covered by about 50 Specialization Courses, roughly summarized in the following subject areas:

- Algorithms / Bioinformatics
- Computer Architecture / Operating Systems / Embedded Systems
- Software / Programming Languages
- Artificial Intelligence / Robotics / Machine Learning
- Computer vision / Computer graphics
- Network / communication
- Data bases

A special subset of the specialization courses is provided in relation to the two specialization areas: Artificial Intelligence and Cyber-Physical Systems. Students planning to specialize in one of these areas have to take at least 4 related courses. Generally, students can select any specialization course if they are confident to bring the required basics. This way, they acquire an individually chosen skill set to form their personal competency profile.

In the two **Seminars (6 ECTS)** students improve their research skills and develop further scientific qualifications relevant for a future academic career. The acquired interdisciplinary skills are also beneficial for professional qualifications. Topics vary every semester, as lecturers like to keep the content of the seminars up-to-date with their current research.

The **Lab Course (6 ECTS)** can be chosen from different thematic backgrounds, to complement the so far created skill profile of the students. With a hands-on approach, it provides practical experience and transfers the previously mostly theoretical concepts and methods into applications for real-life problems.

In the **Study Project (18 ECTS)** students work supervised, but independently on a current research topic in one of the workgroups / chairs of the department. This module is very similar to the Thesis, in regards to the expected skills and knowledge as well as technical and organizational aspects. As it has to be completed before the Thesis can be started, it can be used as ground work, building upon the results and experience already gained. As the formal requirements are less strict and more flexible, it can be seen as a trial run for the Thesis, reducing performance pressure by having familiarized with some steps already.

The **Customized Course Selection (18 ECTS)** serves to further develop a personal profile and offers different choices. While students are expected to broaden their view by gaining insight into one or more subjects outside the area of computer science, they can also take one additional computer science lecture here. Anyways, as computer scientists often work in interdisciplinary groups with experts from other subjects, it is beneficial to have some basic knowledge and qualifications in a possible application area like Bioinformatics, Economics, Microsystems or Sustainable Systems Engineering, Medical Science or Neuroscience. So taking some courses from subjects outside of computer science is mandatory. Students can either choose to concentrate on one subject and taking multiple courses there or to mix basic courses from different subjects to create an individual profile.

On the program website, students can find an overview with the list of subjects and the respective individual modules and courses offered in other departments that are generally open for students in the Master program of Informatik / Computer Science in the Customized Course Selection area: https://www.tf.uni-freiburg.de/bilder/studium_lehre/studienplaene/liste-fachfremder-wahlmodule-msc-informatik-po-2020

For detailed descriptions for all these modules and courses from the available subjects students are referred to the according module handbooks at the various departments, as it would go beyond the scope of the module handbook for Master Informatik / Computer Science to include them all.

A language course can replace one of the courses in other subjects; especially international students are encouraged to use this possibility to develop some language proficiency in German.

E.2 Example for study plan

Since all of the modules in this study program are compulsory elective modules with a large selection of courses to select from, or individual work without a fixed reference to the lecture period, presenting a study schedule is only useful to a limited extent, as the specific plan is different for each student.

The following study plan/curriculum for M.Sc. Informatik / Computer Science offers more detailed information about the program structure (sorted by modules with mentions of the semesters the courses could be taken in).

Sem	Module/Course	PL / SL	C / CE	SWS				ECTS	Total
				V	Ü	S	Pr		
Advanced lectures (1 or 2 courses)								6 or 12	
1-2	Advanced lecture 1	PL	C	3	1	0	0	6	
1-3	Advanced lecture 2	PL	CE	3	1	0	0	6	
Specialization courses (6 or 5 courses)								36 or 30	
1-3	Specialization course 1	PL	C	3	1	0	0	6	
1-3	Specialization course 2	PL	C	3	1	0	0	6	
1-3	Specialization course 3	PL	C	3	1	0	0	6	
1-3	Specialization course 4	PL	C	3	1	0	0	6	
1-3	Specialization course 5	PL	C	3	1	0	0	6	
1-3	Specialization course 6	PL	CE	3	1	0	0	6	
Seminars								6	
1-3	Seminar 1	PL	C	0	0	2	0	3	
1-3	Seminar 2	PL	C	0	0	2	0	3	
Lab course								6	
1-3	Lab course	SL	C	0	0	0	4	6	
Study project								18	
3	project	PL	C	0	0	0	x	18	
Customized Course Selection								18	
1-4	elective courses from subjects other than Computer Science	SL	CE	x	x	x	x	18 (at least 12)	
1-4	Advanced lecture or Specialization course	PL	CE	3	1	0	0	6	
Master module								30	
4	Master thesis	PL	C	0	0	0	x	27	
4	Master colloquium	PL	C	0	0	2	0	3	

Abbreviations: PL = exam/graded assessment, SL= pass/fail assessment, C = Compulsory, CE = Compulsory Elective, SWS = Semesterwochenstunden/hours per week per semester, L=Lecture, E=Exercises, S=Seminar, Pr=Project or Lab course
x = unknown / not defined / depends on subject

More information see:

https://www.tf.uni-freiburg.de/bilder/studium_lehre/studienplaene/msc-computer-science-po-2020-by-module

E.3 Descriptions of all modules

A detailed description of all modules and courses for the Master program can be found at the end of this prologue.

F. Teaching and Learning Methods

Lectures and related exercises make up the majority of the different courses in the Master program. Lectures convey fundamental and advanced subject-relevant knowledge on specific topics as well as methodological knowledge in a coherent manner. Lectures are an integral part of teaching in technical subjects, as they summarize facts, structures and interdependencies of a subject area and convey general knowledge.

In accompanying **exercises**, the acquired technical and methodological knowledge as well as scientific working techniques are applied and practiced independently. Usually, exercises are held as follows: in a first part, students work on subject-specific questions methodically and independently. In a second part, the work results are discussed under the guidance of a tutor. The students improve their problem-solving skills through qualified feedback on their own performance and discovering common sources of error.

A **seminar** as a type of course introduces and develops the ability to independent scientific work - alone and in groups - and intensive discussion in regards to a given topic. In seminars, content on a specific subject area is not prepared and presented by the lecturers alone; instead, the students work through provided literature largely independently and present the acquired knowledge to their fellow students. Following the presentations, there is generally a discussion between the supervising lecturer and the participating students, which offers room for reflection and constructive criticism. In addition, a written version of the results in the form of a scientific poster or a term paper, is often expected as part of the coursework. The interdisciplinary skills usually learned in seminars - e.g. B. analyzing, reflecting, discussing and presenting – are achieved in a group in a supervised setting. Therefore, a group-related compulsory attendance is required in these events.

Lab courses and **practical exercises** provide subject-related practical and methodical skills. Students are required to work largely independently and often in a special setting, e.g. in appropriately equipped laboratories or (possibly in small groups) with special tool kits provided. Accordingly, compulsory attendance can be required here. In most cases, the performance for lab courses is assessed through written reports, exercise sheets, supervised experiments and / or a presentation.

In **projects**, students learn to critically analyze complex problems in groups or alone and to work out solutions. In line with this work, theoretical knowledge and methodological skills are applied in practical settings. A self-chosen or specified task from a real-life situation is tackled alone or in a team. Problem-solving skills relevant to the specific topic of the task are developed and professional qualifications like communication, team work and self-management skills are deepened. Projects are usually evaluated on the basis of a written draft, a demonstrator and / or a presentation.

The university library (especially with the faculty's own branch) provides literature necessary for self-study that supplements the lectures and for background research required for project work.

The Master of Science Informatik / Computer Science program includes the following modules and teaching formats:

- **7 Lectures with exercises**

All participating students are united in the lectures, so that – depending on whether it is a popular core lecture interesting for a broad group of students or a highly specified topic – participation numbers of participating students can vary between 12 and 250. For big lectures, the exercise groups are offered in sufficient numbers, so that there is usually a number of participants of 20 people at most per exercise group. In the exercise groups, the concepts and methods presented in the lectures are applied in practical examples.

- **2 Seminars**

- **1 Lab course** (usually individual or group work with small groups)

- **1 Study project** (individual work)

- Several **courses from other subjects** in the Customized Course Selection, amounting to 18 ECTS credits. No more courses can be completed than are necessary to achieve the required number

ECTS credits. The exact number of courses depends on the courses chosen. The available courses from the different subjects are listed in the module handbook. Courses can in principle be chosen from different subjects.

- The **Master module** consists of the Master thesis and its presentation in the colloquium and is usually completed at the very end of the program.

G. Explanation of the examination system

Evaluation of the successful achievement of the qualification goals is done during the study program at the end of the module in each semester. Most modules in this program (11 out of 13 in total) are completed with a graded assessment ("Prüfungsleistung"); details depend on the chosen courses. Courses can include additional coursework, depending on the qualification goals. Details are given in the examination regulations and in the individual module descriptions. Lecturer provide further specifications at the beginning of the respective course.

Courses from subjects outside of computer science, that are taken in the Customized Course Selection, are completed with pass/fail assessments. For these courses, the regulations and deadlines of the respective offering faculty/department apply. The list of available subjects and courses can be found in the module handbook and on the program website. The organization of these courses regarding booking and registration procedures in the Campus Management System (HISinOne) is subject to constant further development, and it requires students to actively inform themselves. For questions the program coordinator or the study advisor can be contacted.

The Master program is completed by writing a Master thesis and presenting it during the Master colloquium. With the thesis students show, that they are able to work on a computer science topic independently within a given period of time using scientific methods and to present the results appropriately. If the specialization Artificial Intelligence or Cyber-Physical Systems is chosen, the topic of the master thesis must be chosen from within that specialization area.

G.1 Graded assessments / Exams („Prüfungsleistungen“)

Usually, modules are completed with a graded examination. The type and scope of the examinations are specified in the subject-specific examination regulations as well as in the module handbook and are also announced to the students at the beginning of the respective course.

Written course-based graded assessments include supervised written examinations (Klausuren) and written term papers or essays. Graded assessments can also be administered orally, in the form of oral examinations (exam interviews) and presentations. Practical examinations include conducting experiments and creating and demonstrating software or demonstrators. Examinations (as well as pass/fail assessments) can also be taken as online exams, in accordance with the current examination regulations and framework regulations of the University of Freiburg.

The duration of written exams lies between a minimum of 60 and a maximum of 240 minutes. Students will be notified about the dates for exams and information about permitted aids in a suitable manner in good time. The duration of an oral examination (which can be carried out as an individual or as a group examination) is at least 10 and a maximum of 30 minutes (per examinee); if the oral exam is a final module exam, the maximum duration per examinee is 45 minutes. Presentations usually have a duration of 10-20 minutes (depending on

the topic and purpose; details are announced by the lecturers in the respective course. The scope (number of pages) of homework/papers varies depending on the topic and format and is therefore specified by the lecturer in the course.

Timely registration for exams via the HISinOne administration system is required for course-related examinations. The exact dates and information about the procedure can be found on the homepage of the examination office of the Faculty of Engineering (<https://www.tf.uni-freiburg.de/en/studies-and-teaching/a-to-z-study-faq/examinations>). It is important to note that for elective modules and courses from other subjects, the regulations of the respective offering faculty/department apply!

Unless otherwise specified in the examination regulations or in the module descriptions, the grade for the module is calculated purely from the stated graded assessment. The overall grade is calculated as the arithmetic average of the module grades weighted by ECTS points. More details are given in the examination regulations.

G.2 Pass/fail assessments / Coursework („Studienleistungen“)

Pass/fail assessments or coursework are individual written, oral or practical achievements that are provided by students in connection with courses, but which only have to be passed. These assessments can be repeated as often as necessary until they are passed. They can be graded, but do not have to be, and are not included in the respective final grade (i.e. the final grade of the module as well as the final grade of the course). The scope and type of them are specified in the module descriptions and are announced to the students at the beginning of the respective course.

Coursework may consist, for example, of

- regular attendance in a course
- written tests or examinations (i.e. written supervisory work, possibly also online, or as an open-book exam)
- written elaborations such as reports, case studies, wikis, websites or posters
- oral tests or exams
- the completion of exercises or worksheets
- presentations
- doing experiments
- the creation and presentation of software or demonstrators

For the **Master of Science Computer Science / Informatik** program, the **overview of assessments** is as follows:

The final grade comprises the examination results from the Master's Thesis, the 7 (or 8, if an additional Computer Science lecture is chosen in the Customized Course Selection area) Computer Science lectures and the 2 seminars as well as the study project (mean average by ECTS points). Pass/fail courses (like the lab course and courses from other subjects in the Customized Course Selection) are not counted in the final grade; they are, however, mentioned in the transcript of records.

Examination prerequisites (i.e. admission requirements for examinations within a module) do not exist in the Master of Science Computer Science / Informatik program, as these could have the adverse effect of extending the study duration considerably. If a module requires the completion of coursework as well as graded examination, these can, if necessary, be completed independently of each other. This means that completion of the coursework is not a mandatory requirement for participation in the graded examination, although in most

cases it makes more sense from a didactic point of view to complete the coursework before the taking the exam.

Since for the calculation of the final grade all relevant module grades (i.e. from modules completed by a graded assessment) are weighted by ECTS credits, this is not specifically mentioned in each individual module description. Please refer to the examination regulations.



Technische Fakultät

Modulhandbuch

Master of Science im Fach Informatik/Computer Science - HF
(Prüfungsordnungsversion 2020)

Inhaltsverzeichnis

Prolog.....	4
Mastermodul.....	5
Weiterführende Vorlesung.....	8
Algorithms Theory.....	9
Datenbanken und Informationssysteme / Data Bases and Information Systems.....	14
Foundations of Artificial Intelligence.....	19
Image Processing and Computer Graphics.....	24
Machine Learning.....	28
Rechnerarchitektur / Computer Architecture.....	33
Softwaretechnik / Software Engineering.....	38
Spezialvorlesung.....	43
Advanced Algorithms.....	44
Advanced Computer Graphics.....	49
Advanced Database and Information Systems.....	54
Advanced Deep Learning.....	59
Algorithms for Wireless Communication.....	63
Automated Machine Learning.....	68
Bioinformatics I.....	72
Bioinformatics II.....	77
Blockchain and Cryptocurrencies.....	82
Compilerbau / Compiler Construction.....	86
Computer Vision.....	91
Cyber-Physikalische Systeme - Diskrete Modelle / Cyber-Physical Systems – Discrete Models.....	96
Cyber-Physical Systems – Program Verification.....	101
Debugging and Fuzzing.....	106
Einführung in die Multiagentensysteme / Introduction to Multiagent Systems.....	110
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems.....	115
Embedded Systems Entrepreneurship (2ES).....	120
Formale Methoden für Java / Formal Methods for Java.....	125
Foundations of Deep Learning.....	130
Funktionale Programmierung / Functional Programming.....	134
Hardware Security and Trust.....	139
High-Performance Computing: Fluid Mechanics with Python.....	144
High-Performance Computing: Molecular Dynamics with C++.....	149
Information Retrieval.....	154
Introduction to data driven life sciences.....	159
Introduction to Mobile Robotics.....	164
Maschinelles Lernen in den Lebenswissenschaften / Machine Learning in Life Science.....	169
Modellbildung und Systemidentifikation.....	174
Netzwerkalgorithmen / Network Algorithms.....	178
Numerical Optimal Control in Science and Engineering.....	182
Numerical Optimization.....	187
Programm Verifikation in Isabelle/HOL.....	192
Quantitative Verifikation / Quantitative Verification.....	197
Reinforcement Learning.....	202
RNA Bioinformatik / RNA Bioinformatics.....	207
Robot Mapping.....	212
SAT Solving.....	217
Simulation in Computer Graphics.....	221

Spieltheorie / Game Theory.....	226
State Space Control Systems.....	231
Statistical Pattern Recognition.....	236
Test und Zuverlässigkeit / Test and Reliability.....	241
Verifikation Digitaler Schaltungen / Verification of Digital Circuits.....	246
Verteilte Systeme / Distributed Systems.....	251
Wearable and Implantable Computing (WIC).....	256
Seminare.....	260
Seminar 1.....	261
Seminar 2.....	264
Praktikum.....	267
Praktikum.....	268
Individuelle Studiengestaltung.....	271
Weiterführende Vorlesung innerhalb der Individuellen Studiengestaltung.....	272
Spezialvorlesung innerhalb der Individuellen Studiengestaltung.....	273
Fachfremde Veranstaltungen innerhalb der Individuellen Studiengestaltung.....	274
Applied Bioinformatics.....	275
Kognitionswissenschaften.....	276
Mathematik.....	277
Medizin.....	278
Mikrosystemtechnik.....	279
Neuroscience.....	280
Physik.....	281
Psychologie.....	282
Sustainable Systems Engineering.....	283
Wirtschaftswissenschaften.....	284
Weitere genehmigte Module/Veranstaltungen im fachfremden Bereich.....	285
Studienprojekt.....	286
Studienprojekt.....	287
Studienprojekt KI.....	290
Studienprojekt CPS.....	293

Prolog

This module handbook is based on the current version of the examination regulations for the Master of Science degree program in the 2020 version, subject-specific provisions for the major in Informatik / Computer Science. These provisions define the course content structured in the modules and the curriculum structured in terms of semesters and areas.

Modules consist of different elements: Courses (e.g. lectures, exercises, seminars, etc.) and coursework (pass/fail assessments) or examinations (graded assessments). The module descriptions explain in more detail both the course elements and the required coursework and examinations to demonstrate the acquisition of competencies.

In each case, the regular course and examination assessments are described; should it become necessary to deviate from the described assessments at short notice due to unforeseen circumstances, the substitute assessments will be announced in the first week of the lecture period at the latest.

For successfully completed modules, credit points are awarded, the so-called ECTS credit points according to the "European Credit Transfer and Accumulation System". These credits indicate the weighting of a course in a module as well as the workload associated with the course. One credit point corresponds to an effort of approx. 30 working hours per semester for an average student. A student should collect approx. 30 ECTS credits per semester.

The standard period of study is four semesters. A total of 120 ECTS points must be acquired in the Master of Science Informatik / Computer Science.

Regulations regarding attendance:

Attendance is not mandatory in lectures.

Seminars and lab courses require regular attendance as part of the Studienleistung (pass/fail assessment) because it is essential for reaching the learning targets of these courses. Exercises may require regular attendance as well, in which case this fact will be stated in the description of the specific module.

While there are generally no admission requirements for examinations within a module, in the case of elective modules, it happens in very rare cases that two modules build directly on each other in terms of content and the corresponding advanced module can therefore only be completed if the introductory module has been successfully completed beforehand. This is indicated accordingly in the module descriptions.

Further information on the program (e.g. the examination regulations, the model study plan, entry requirements, etc.) can be found at
<https://www.tf.uni-freiburg.de/en/study-programs/computer-science/m-sc-computer-science>

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Mastermodul	11LE13K- T-8000-MSc-679-2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Hannah Bast	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	30,0
Arbeitsaufwand	900 Stunden hours
Mögliche Fachsemester	4
Moduldauer	1 semester / 6 months
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Erfolgreicher Abschluss von Modulen mit einem Umfang von mindestens 72 ECTS-Punkten und erfolgreiches Absolvieren des Moduls Studienprojekt im Rahmen des Studiengangs Master of Science im Fach Informatik/Computer Science. Successful completion of modules with a scope of at least 72 ECTS credits and successful completion of the study project module as part of the Master of Science degree in computer science.
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Vertiefte Kenntnisse in mathematischen Grundlagen, in praktischen und theoretischen Informatikbereichen und insbesondere im Themenbereich, in dem die Arbeit erstellt wird In-depth knowledge of mathematical fundamentals, in practical and theoretical IT areas and especially in the subject area in which the thesis will be written
Zugehörige Veranstaltungen

Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand

Inhalte
Das Thema der Masterarbeit wird von einem Professor/einer Professorin des Instituts für Informatik in Absprache mit dem Studierenden ausgegeben. Die Bearbeitung des Themas kann jedoch auch außerhalb der Technischen Fakultät erfolgen, wenn ein Professor/eine Professorin des Instituts für Informatik der Begutachtung und Bewertung der Arbeit zustimmt und die offizielle Betreuung übernimmt. In der Regel wird dem Studierenden eine Betreuungsperson mit Qualifikation auf Universitätsniveau zugeordnet. Die fachlichen Inhalte sind aufgabenspezifisch und werden überwiegend im Selbststudium durch eigenständige Recherchen erworben. Bei Wahl der Spezialisierung Künstliche Intelligenz oder Cyber-Physical Systems ist das Thema der Masterarbeit aus dem Bereich der betreffenden Spezialisierung zu wählen.

The topic of the master thesis is given by a professor from the Department of Computer Science in consultation with the student. The topic may originate outside of the Faculty of Engineering, as long as one of the professors at the Department of Computer Science agrees to the assessment and evaluation of the work as the official supervisor. The student is assigned a supervisor with a university-level qualification. The technical content is task-specific and is predominantly acquired in self-study through independent research.

If the specialization Artificial Intelligence or Cyber-Physical Systems is chosen, the topic of the master thesis must be chosen from within the relevant specialization.

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung

In der Masterarbeit bearbeiten die Studierenden selbstständig ein Thema der Informatik. Für ihr Problem führen sie eine Literaturrecherche nach wissenschaftlichen Quellen durch. Die Studierenden wählen dazu geeignete wissenschaftliche Verfahren und Methoden aus und setzen sie ein, passen sie an bzw. entwickeln sie. Die erarbeiteten Ergebnisse werden kritisch mit dem Stand der Forschung verglichen und evaluiert. Die Studierenden stellen ihre Ergebnisse klar und in akademisch angemessener Form in ihrer schriftlichen Arbeit sowie in der mündlichen Präsentation während des Kolloquiums dar. Sie können auf wissenschaftlich angemessenem Niveau eine Diskussion zum Thema ihrer Arbeit führen.

|
In the master thesis, the students work independently on a computer science topic. For the given questions, they carry out background research in literature for scientific sources. The students select suitable scientific procedures and methods and apply them on their topic, adapt them or develop them. The results obtained are critically compared with the current state of research and evaluated. The students present their results clearly and in an academically appropriate form in their written thesis, as well in its presentation during the colloquium. They are able to discuss their work on a suitable academic level.

Zu erbringende Prüfungsleistung

Schriftliche Masterarbeit in deutscher oder englischer Sprache, anzufertigen innerhalb von 6 Monaten

Die Masterarbeit wird ergänzt durch ein etwa 60-minütiges Masterkolloquium, das nach Wahl des/der Studierenden in deutscher oder englischer Sprache durchgeführt wird. Das Masterkolloquium wird in der Regel von dem Betreuer/der Betreuerin der Masterarbeit geleitet und bewertet und besteht aus einem etwa 20-minütigen Vortrag des/der Studierenden über die Ergebnisse der Masterarbeit und einer daran anschließenden

Diskussion. Die Zulassung zum Masterkolloquium erfolgt nur, wenn die Masterarbeit eingereicht wurde. Das Masterkolloquium hat einen Leistungsumfang von 3 ECTS-Punkten und ist in der Regel hochschulöffentlich.

|
Written Master thesis in German or English, must be completed within six months

The master thesis is supplemented by an approximately 60-minute master colloquium, which may be held in German or English at the student's choice. The master colloquium is usually led and evaluated by the supervisor of the master thesis and consists of an approximately 20-minute presentation by the student on the results of the master thesis and a subsequent discussion. Admission to the master colloquium is granted only if the master thesis has been submitted. The master colloquium counts for 3 ECTS points and is usually open to the university public.

Zu erbringende Studienleistung

Regelmäßige Teilnahme an Besprechungen mit dem Betreuer/der Betreuerin, Selbstorganisation der gestellten Aufgaben, Durchführung von Hintergrundrecherchen

|
Regular attendance in meetings with the supervisor, self-organizing the given tasks, doing background research

Literatur

Abhängig vom Thema |
Depending on topic

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory Module for students of the study program

- M.Sc. in Informatik / Computer Science (PO 2020)

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Weiterführende Vorlesung	11LE13KT-Weiterf Vorlesung
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
----------------------------	---------

Kommentar
<p>Students have to take at least 1 Advanced Lecture and are allowed at most 2 Advanced Lectures (depending on number of Specialization Courses - together it must be 7 courses).</p> <p>Please note: If you choose to take an additional Computer Science lecture in the Customized Course Selection, that one will be counted as an 8th lecture, overall.</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Algorithms Theory	11LE13MO-2010_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Hannah Bast Prof. Dr. Fabian Kuhn	
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen und Komplexität	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic algorithms and data structures knowledge, comparable to what is done in Algorithms and Datastructures, is assumed.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Algorithms Theory	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden hours
Algorithms Theory	Übung	Wahlpflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The design and analysis of algorithms is fundamental to computer science. Students know important algorithmic techniques, are able to apply them and, if necessary, adapt them for new situations. Students have mastered the basic principles of algorithm design and are able to use complex data structures to implement algorithms. They can assess the power of algorithmic design principles, such as randomization and dynamic programming, and are able to apply sophisticated approaches for the analysis of methods designed according to such principles.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (usually 90 to 180 minutes)

Zu erbringende Studienleistung

Exercise sheets have to be completed and handed in on a regular basis. These will be scored and awarded with points.

To successfully complete the course work (Studienleistung), you need to have 50% of all exercise points.

Bemerkung / Empfehlung

Exercises should be done in groups of 2 students. Please team up with a colleague and send an email (including name and matriculation number of both students) to the lecturer.

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Weiterführende Vorlesung | Advanced Lectures
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Essential Lectures in Computer Science

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik
- B.Sc. in Informatik (PO 2018)
- polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)
- M.Ed. Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Algorithms Theory	11LE13MO-2010_PO 2020
Veranstaltung	
Algorithms Theory	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-2010
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen u. Datenstrukturen Institut für Informatik Algorithmen und Komplexität	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	47 Stunden hours
Selbststudium	118 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
This course teaches fundamental algorithms and data structures, and a variety of fundamental techniques for their design and analysis. The focus is on material not already covered in the basic undergraduate course on algorithms and data structures, or on the enhancement of that material. Example techniques are: divide and conquer, randomization, amortized analysis, greedy algorithms, dynamic programming. Example algorithms and data structures are: fast Fourier transformation, randomized quicksort, Fibonacci heaps, minimum spanning trees, longest common subsequence, network flows.
The design and analysis of algorithms is fundamental to computer science. In this course, we will study efficient algorithms for a variety of basic problems and, more generally, investigate advanced design and analysis techniques. Central topics are algorithms and data structures that go beyond what has been considered in the undergraduate course Informatik II. Basic algorithms and data structures knowledge, comparable to what is done in Informatik II, or , is therefore assumed. The topics of the course include (but are not limited to):
<ul style="list-style-type: none"> ■ Divide and conquer: geometrical divide and conquer, fast fourier transformation ■ Randomization: median, randomized quicksort, probabilistic primality testing, etc. ■ Amortized analysis: binomial queues, Fibonacci heaps, union-find data structures ■ Greedy algorithms: minimum spanning trees, bin packing problem, scheduling ■ Dynamic programming: matrix chain product problem, edit distance, longest common subsequence problem ■ Graph algorithms: network flows, combinatorial optimization problems on graphs
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level

Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
<ul style="list-style-type: none">■ Jon Kleinberg and Éva Tardos: Algorithm Design, Addison Wesley■ Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Robert L. Rivest, and Clifford Stein: Introduction to Algorithms, MIT Press■ Thomas Ottmann and Peter Widmayer: Algorithmen und Datenstrukturen, Spektrum Akademischer Verlag
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundkenntnisse in Algorithmen und Datenstrukturen Basic algorithms and data structures knowledge

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Algorithms Theory	11LE13MO-2010_PO 2020
Veranstaltung	
Algorithms Theory	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-2010
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen u. Datenstrukturen Institut für Informatik Algorithmen und Komplexität	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	15 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Bemerkung / Empfehlung
We might be able to offer German exercise tutorials (there will definitely be English tutorials). In case you'd prefer to have the exercise tutorials in German, please indicate this via email to the lecturer.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Datenbanken und Informationssysteme / Data Bases and Information Systems	11LE13MO-2060_PO 2020
Verantwortliche/r	
Dr. Fang Wei-Kleiner	
Veranstalter	
Institut für Informatik Datenbanken u. Informationssysteme	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundkenntnisse in praktischer Informatik, zu Algorithmen und Datenstrukturen sowie grundlegende Programmierkenntnisse; Grundkenntnisse über Betriebssysteme und deren Einsatz, über Netzwerk und Protokolle Basic knowledge of practical computer science, algorithms and data structures as well as basic programming skills; Basic knowledge of operating systems and their use, fundamental knowledge about networks and protocols

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Datenbanken und Informationssysteme / Data Bases and Information Systems	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours
Datenbanken und Informationssysteme / Data Bases and Information Systems	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Students understand the basic concepts of databases. They are able to think on different levels of abstraction and have methodical skills in designing a database. They know essential concepts of the SQL standard.

Students gained practical experience in using a declarative, set-oriented language for databases. They are able to estimate the processing effort of a request and are able to deal with access rights.

Zu erbringende Prüfungsleistung

Written exam (usually 90 to 180 minutes)

Zu erbringende Studienleistung

The exercise sheets will be assessed. To pass the course, at least 50% of the points you can get by working on the exercise sheets must be achieved.

Bemerkung / Empfehlung

The exercises deepen the subject matter dealt with in the lecture in theory and practice. The exercise sheets also contain tasks to be solved on the computer. Familiarization with the required software is required for this.

While the course is usually offered in German, there are English recordings available; at least one exercise group will be held in English. You are allowed to do the coursework and the written exam in English.

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (PO 2020) in Weiterführende Vorlesung | Advanced Lectures
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (PO 2021) in Essential Lectures in Computer Science

Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik
- B.Sc. in Informatik (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Datenbanken und Informationssysteme / Data Bases and Information Systems	11LE13MO-2060_PO 2020
Veranstaltung	
Datenbanken und Informationssysteme / Data Bases and Information Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-2060
Veranstalter	
Institut für Informatik Datenbanken u. Informationssysteme	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	32 Stunden hours
Selbststudium	118 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	deutsch

Inhalte
Aufgabe von Datenbanken ist die Verwaltung großer, dauerhafter Datenbestände in der Weise, dass eine Menge von Benutzern diese Daten unabhängig voneinander, effizient, bequem und sicher verarbeiten können. Der Stoff der Vorlesung wird in Übungen und einem parallel laufenden Praktikum anhand verschiedener Datenbanksysteme konkretisiert. Es werden im einzelnen die folgenden Aspekte behandelt:
<ul style="list-style-type: none"> ■ Einführung in Datenbanken ■ Datenbankentwurf und Datenmodelle ■ Datenmanipulationssprachen ■ Entwurfstheorie ■ Datenintegrität ■ Transaktionsverwaltung ■ Physische Datenorganisation und aktuelle Entwicklungen.
 The function of databases is to manage large, permanent data sets in such a way that a large number of users can process this data independently, efficiently, comfortably and securely. The material of the lecture is concretized in theoretic and practical exercises using various database systems. The following aspects are dealt with in detail:
<ul style="list-style-type: none"> ■ Introduction to databases ■ Database design and data models ■ Data manipulation languages ■ Design theory ■ Data integrity ■ Transaction management

■ Physical data organization and current developments.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
<ul style="list-style-type: none">■ G. Lausen: Datenbanken - Grundlagen und XML-Technologien, Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, 2005.■ A. Heuer, G. Saake: Datenbanken - Konzepte und Sprachen, International Thomson Publishing, 2. Auflage, 2000.■ A. Kemper, A. Eickler: Datenbanksysteme - Eine Einführung, Oldenbourg, 4. Auflage, 2001.■ G. Vossen: Datenmodelle, Datenbanksprachen und Datenbank-Management-Systeme, Oldenbourg, 4. Auflage, 2000.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundkenntnisse in praktischer Informatik, zu Algorithmen und Datenstrukturen sowie grundlegende Programmierkenntnisse; Grundkenntnisse über Betriebssysteme und deren Einsatz, über Netzwerk und Protokolle Basic knowledge of practical computer science, algorithms and data structures as well as basic programming skills; Basic knowledge of operating systems and their use, fundamental knowledge about networks and protocols

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Datenbanken und Informationssysteme / Data Bases and Information Systems	11LE13MO-2060_PO 2020
Veranstaltung	
Datenbanken und Informationssysteme / Data Bases and Information Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-2060
Veranstalter	
Institut für Informatik Datenbanken u. Informationssysteme	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	30 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	deutsch

Inhalte
Die Übungen vertiefen den in der Vorlesung behandelten Stoff in Theorie und Praxis. Die Übungsblätter enthalten auch am Computer zu lösende Aufgaben. Hierzu ist ein Vertrautmachen mit der benötigten Software erforderlich. The exercises deepen the subject matter dealt with in the lecture in theory and practice. The exercise sheets also contain practical tasks to be solved on the computer. Familiarization with the required software is required for this.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Foundations of Artificial Intelligence	11LE13MO-2040_PO 2020
Verantwortliche/r	
JProf. Dr. Joschka Bödecker Prof. Dr. Frank Roman Hutter	
Veranstalter	
Institut für Informatik Grundl.d.künstl.Intelligenz Institut für Informatik Autonome intelligente Systeme Institut für Informatik Neurorobotik Institut für Informatik Maschinelles Lernen	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine none Grundlagenkenntnisse in mathematischer Logik können hilfreich sein asic knowledge about formal logic can be helpful

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Foundations of Artificial Intelligence	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden hours
Foundations of Artificial Intelligence	Übung	Wahlpflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Students have basic knowledge of the various techniques of artificial intelligence. They understand the basic principles of artificial intelligence and apply the technical terms in the correct context. Students are able to interpret tasks in the area of problem solving and searching, and can apply the learned algorithms to new situations. Students know the usual types of knowledge representation and are able to analyze the techniques presented and evaluate their use in new situations.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (usually 90 to 180 minutes)
Zu erbringende Studienleistung
none
Bemerkung / Empfehlung
Working on the exercise sheets is voluntary, but strongly recommended. The exam will contain similar tasks.
Verwendbarkeit des Moduls
<p>Compulsory elective module for students of the study program</p> <ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Weiterführende Vorlesung Advanced Lectures■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Essential Lectures in Computer Science <p>Part of the specialization Artificial Intelligence in Master of Science Informatik/Computer Science bzw. MSc Embedded Systems Engineering</p> <p>Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs</p> <ul style="list-style-type: none">■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)■ M.Ed. Informatik (PO 2018)■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Foundations of Artificial Intelligence	11LE13MO-2040_PO 2020
Veranstaltung	
Foundations of Artificial Intelligence	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-2040
Veranstalter	
Institut für Informatik Grundl.d.künstl.Intelligenz Institut für Informatik Autonome intelligente Systeme Institut für Informatik Neurorobotik Institut für Informatik Maschinelles Lernen	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	41 Stunden hours
Selbststudium	126 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehssprache	englisch

Inhalte
This course will introduce the basic concepts and techniques used within the field of Artificial Intelligence. The following topics will be covered:
<ul style="list-style-type: none"> ■ Introduction to Artificial Intelligence, including a short history of Artificial Intelligence ■ agents ■ problem solving and search ■ logic and knowledge representation ■ action planning ■ representation of and reasoning with uncertainty ■ machine learning
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> ■ Artificial Intelligence: A modern approach, Stuart Russel and Peter Norvig, Prentice Hall, 2009
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

keine | none

Grundlagenkenntnisse in mathematischer Logik können hilfreich sein | Basic knowledge about formal logic can be helpful

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Foundations of Artificial Intelligence	11LE13MO-2040_PO 2020
Veranstaltung	
Foundations of Artificial Intelligence	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-2040
Veranstalter	
Institut für Informatik Grundl.d.künstl.Intelligenz Institut für Informatik Autonome intelligente Systeme Institut für Informatik Neurorobotik Institut für Informatik Maschinelles Lernen	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	13 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The exercises are intended to give students a better understanding of the most important techniques they learn during lectures by applying the principles and formal methods to real life tasks.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Image Processing and Computer Graphics	11LE13MO-2050_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Thomas Brox Prof. Dr.-Ing. Matthias Teschner	
Veranstalter	
Institut für Informatik Graphische Datenverarbeitung Institut für Informatik Mustererkennung u. Bildverarbeitung	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Fundamental mathematical knowledge and programming skills in C/C++

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand
Image Processing and Computer Graphics	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden hours
Image Processing and Computer Graphics	Übung	Wahlpflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Students have basic knowledge of the tasks and procedures in image processing and computer graphics. They are able to classify typical image processing problems and questions of generative computer graphics and to understand the main features of current related literature.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (usually 90 to 180 minutes)

Zu erbringende Studienleistung
none
Bemerkung / Empfehlung
Participation in exercises is recommended to be prepared for the exam.
Verwendbarkeit des Moduls
<p>Compulsory elective module for students of the study program</p> <ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Weiterführende Vorlesung Advanced Lectures■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Essential Lectures in Computer Science <p>Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering</p> <p>Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs</p> <ul style="list-style-type: none">■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)■ M.Ed. Informatik (PO 2018)■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Image Processing and Computer Graphics	11LE13MO-2050_PO 2020
Veranstaltung	
Image Processing and Computer Graphics	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-2050
Veranstalter	
Institut für Informatik Graphische Datenverarbeitung Institut für Informatik Mustererkennung u. Bildverarbeitung	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	41 Stunden hours
Selbststudium	126 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The lecture provides an introduction of basic approaches and illustrates the state-of-the-art in image processing and computer graphics. The curriculum covers image generation, point operations on images, linear and non-linear filters, image segmentation, optical flow and techniques such as calculus of variations and energy minimization. In the context of computer graphics, rasterization-based image generation, i.e. the rendering pipeline of modern graphics cards, is covered. Here, homogeneous coordinates, transforms, color spaces, rasterization, visibility, local illumination models and textures are addressed.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
Will be announced in each lesson.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Fundamental mathematical knowledge and programming skills in C/C++

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Image Processing and Computer Graphics	11LE13MO-2050_PO 2020
Veranstaltung	
Image Processing and Computer Graphics	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-2050
Veranstalter	
Institut für Informatik Graphische Datenverarbeitung Institut für Informatik Mustererkennung u. Bildverarbeitung	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	13 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The exercises are intended to give students a better understanding of the most important techniques they learn during lectures. They are expected to implement some selected methods in C/C++ and develop an intuition of their usage.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Machine Learning	11LE13MO-1153_PO 2020
Verantwortliche/r	
JProf. Dr. Josif Grabocka Prof. Dr. Frank Roman Hutter	
Veranstalter	
Institut für Informatik Neurorobotik Institut für Informatik Maschinelles Lernen	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
We have to rely on a solid background in basic math, specifically linear algebra (an eigenvalue decomposition, matrix operations, covariance matrices etc. should be very familiar concepts), calculus and probability theory.
We use the Python programming language for most of our assignments. If you do not yet have Python experience, you must ramp up at least basic knowledge thereof.
We recommend basic knowledge of optimization and of the scikit-learn Python library.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand
Machine Learning	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden hours
Machine Learning	Übung	Wahlpflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
This course provides you with a good theoretical understanding and practical experience about the basic concepts of machine learning. You shall be enabled to implement a number of basic algorithms, understand advantages and drawbacks of single methods and know typical application domains thereof. Furthermore, you should be able to use (Python) software libraries in order to work on novel data analysis problems.

The course will prepare you to dive deeper into advanced methods of ML, e.g. deep learning, recurrent networks, reinforcement learning, hyperparameter optimization, and into specific application domains such as image analysis, brain signal analysis, robot learning, bioinformatics etc., for which specialized courses are available.

Zu erbringende Prüfungsleistung

Usually a written exam (duration of 90 to 180 minutes)

If the number of participants is small, an oral examination (with a duration of 35 minutes) may be held instead. The students will be informed in good time.

Zu erbringende Studienleistung

To prepare for the exam, there can be a mock exam (written or oral).

Verwendbarkeit des Moduls

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik
- B.Sc. in Informatik (PO 2018)
- polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)
- M.Ed. Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Weiterführende Vorlesung | Advanced Lectures
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Essential Lectures in Computer Science
- Students of the M.Sc. programs Microsystems Engg. and Mikrosystemtechnik (PO 2021) can select this module in the concentration area Biomedical Engineering (Biomedizinische Technik).

Teil der Spezialisierung Künstliche Intelligenz im Master of Science Informatik/Computer Science bzw. MSc Embedded Systems Engineering|

Part of the specialization Artificial Intelligence in Master of Science Informatik/Computer Science bzw. MSc Embedded Systems Engineering



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Machine Learning	11LE13MO-1153_PO 2020
Veranstaltung	
Machine Learning	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1153
Veranstalter	
Institut für Informatik Maschinelles Lernen	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	45 Stunden hours
Selbststudium	120 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> ■ Applications / typical problems dealt with by machine learning ■ basic data analysis pipeline (from data recording to output shaping) ■ software libraries ■ linear methods (e.g. LDA, logistic regression, ICA, PCA, OLSR) for dimensionality reduction, classification, regression and blind source separation ■ non-linear methods (e.g. support vector machines, kernel PCA, decision trees / random forests, neural networks) for classification and regression ■ unsupervised clustering (e.g. k-means, DBSCAN) ■ algorithm independent principles in machine learning (z.B. bias-variance trade-off, model complexity, regularization, validation strategies, interpretation of trained machine learning models, basic optimization approaches, feature selection, data visualization)
Zu erbringende Prüfungsleistung
<p>Siehe Modulebene See module level</p>
Zu erbringende Studienleistung
<p>Siehe Modulebene See module level</p>
Literatur
<p>Duda, Hart and Stork: Pattern Classification Christopher Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning Hastie, Tibshirani and Friedman: The Elements of Statistical Learning Mitchell: Machine Learning Murphy: Machine Learning – a Probabilistic Perspective</p>

Criminisi et. al: Decision Forests for Computer Vision and Medical Image Analysis

Schölkopf & Smola: Learning with Kernels

Goodfellow, Bengio and Courville: Deep Learning

Michael Nielsen: Neural Networks and Deep Learning

In addition, literature for every section of the course is announced during these sections.

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

keine | none

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

We have to rely on a solid background in basic math, specifically linear algebra (an eigenvalue decomposition, matrix operations, covariance matrices etc. should be very familiar concepts), calculus and probability theory.

We use the Python programming language for most of our assignments. If you do not yet have Python experience, you must ramp up at least basic knowledge thereof.

We recommend basic knowledge of optimization and of the scikit-learn Python library.

Lehrmethoden

For in-class lectures:

Despite the large lecture rooms, a teacher-centered style shall be enriched as much as possible by measures like:

- interactive question and answer rounds
- discussions in sub-groups, reporting to the large group
- cross-teaching
- problem-oriented teaching e.g. via data analysis competition
- repetition of important concepts in slightly altered contexts.

For virtual lectures:

- flipped classroom teaching with videos provided
- Q&A sessions to discuss the videos' content
- Cross-teaching via Ilias forum
- problem-oriented teaching e.g. via data analysis competition
- repetition of important concepts in slightly altered contexts.



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Machine Learning	11LE13MO-1153_PO 2020
Veranstaltung	
Machine Learning	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1153
Veranstalter	
Institut für Informatik Maschinelles Lernen	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	15 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The exercises are intended to give students a better understanding of the most important techniques they learn during lectures. They are expected to implement some selected methods to gain experience in practical applications.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
none

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Rechnerarchitektur / Computer Architecture	11LE13MO-2020_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Armin Biere Prof. Dr. Christoph Scholl	
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Betriebssysteme	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlegendes Wissen und Kenntnisse aus dem Bereich der technischen Informatik (analog zum Modul Technische Informatik), Grundlagen binärer Mathematik; Grundlagen zu digitalen Schaltkreisen; Programmierkenntnisse in C / C ++
Basic knowledge and in the area of technical informatics (analogous to the module Technische Informatik), fundamentals of binary mathematics; basic knowledge of digital circuits; programming skills in C / C ++

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Rechnerarchitektur / Computer Architecture	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden hours
Rechnerarchitektur / Computer Architecture	Übung	Wahlpflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Students will be introduced to methods of designing computers, which will cover the topics of testing and verification of digital circuits, processor data and control paths, pipelining and parallelism. They will learn about the RISC-V instruction set and related CPUs. Students will learn to maximize the performance of computing machinery and how to guarantee the correctness of circuits. Finally, they understand how the

restrictions resulting from digital technology and the specific computer architectures affect higher levels of abstraction, especially those of software technology.

Zu erbringende Prüfungsleistung

Written exam (usually 90 to 180 minutes)

Zu erbringende Studienleistung

Exercise sheets have to be completed and handed in on a regular basis. These will be scored and awarded with points. To successfully complete the course work (Studienleistung), you need to have reached at least 50% of points per exercise sheet.

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Weiterführende Vorlesung | Advanced Lectures
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Essential Lectures in Computer Science

Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik
- B.Sc. in Informatik (PO 2018)
- polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)
- M.Ed. Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Rechnerarchitektur / Computer Architecture	11LE13MO-2020_PO 2020
Veranstaltung	
Rechnerarchitektur / Computer Architecture	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Betriebssysteme	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	45 Stunden hours
Selbststudium	120 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
An introduction to fundamental questions, methods and techniques of computer design and computer architecture is given. The following topics are included: Instructions, Logic Design, Digital Circuit Verification, Testing, Placement & Routing, Single-Cycle Datapath & Control, Pipelining and Pipelining Hazards, Parallelism, Exception and Interrupts
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
Mainly: <ul style="list-style-type: none"> ■ David A. Patterson, John L. Hennessy - "Computer Organization and Design - The Hardware Software Interface [RISC-V Edition] <p>Also helpful:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ J.Teich: Digitale Hardware/Software-Systeme, Springer Verlag, 1997. ■ Becker, Bernd and Drechsler, Rolf and Molitor, Paul, „Technische Informatik – Eine Einführung“, Pearson Studium. ■ Tanenbaum: Structured Computer Organization, Prentice Hall, 3rd Edition, 1990.

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlegendes Wissen und Kenntnisse aus dem Bereich der technischen Informatik (analog zum Modul Technische Informatik), Grundlagen binärer Mathematik; Grundlagen zu digitalen Schaltkreisen; Programmierkenntnisse in C / C ++ Basic knowledge and in the area of technical informatics (analogous to the module Technische Informatik), fundamentals of binary mathematics; basic knowledge of digital circuits; programming skills in C / C ++

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Rechnerarchitektur / Computer Architecture	11LE13MO-2020_PO 2020
Veranstaltung	
Rechnerarchitektur / Computer Architecture	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Betriebssysteme	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	15 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Die Übungen sollen den Studenten ein besseres Verständnis der wichtigsten Techniken vermitteln, die sie während der Vorlesungen lernen, indem sie die Prinzipien und Methoden anwenden.
The exercises are intended to give students a better understanding of the most important techniques they learn during lectures by applying the principles and methods.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Softwaretechnik / Software Engineering	11LE13MO-2030_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Andreas Podelski	
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache Institut für Informatik Softwaretechnik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic knowledge about practical Computer Science concepts, algorithms and datastructure, Programming Skills

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand
Softwaretechnik / Software Engineering	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden hours
Softwaretechnik / Software Engineering	Übung	Wahlpflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Students know the basic modeling techniques and construction principles for software systems, they have an overview over the challenges of software engineering and the techniques and tools to address these challenges. They have knowledge of the main activities during software development (in particular project management, requirements engineering, design, testing, formal verification) with an emphasis on formal methods. Students know the foundations of process models, software metrics, approaches to requirements specification and analysis, (formal) modelling and analysis techniques, design and architecture patterns, testing, and program verification, and can apply these techniques on a small scale and can acquire advanced techniques on their own. Students have applied formal methods in example scenarios and are able to assess in which situations such methods are useful.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (usually 90 to 180 minutes)
Zu erbringende Studienleistung
Exercise sheets have to be completed and handed in on a regular basis. These will be scored and awarded with points. To successfully complete the course work (Studienleistung), you need to have reached at least 50% of points.
Verwendbarkeit des Moduls
<p>Compulsory elective module for students of the study program</p> <ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Weiterführende Vorlesung Advanced Lectures■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Essential Lectures in Computer Science <p>Part of the specialization Cyber-Physical Systems in Master of Science Informatik/Computer Science bzw. MSc Embedded Systems Engineering</p> <p>Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs</p> <ul style="list-style-type: none">■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)■ M.Ed. Informatik (PO 2018)■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Softwaretechnik / Software Engineering	11LE13MO-2030_PO 2020
Veranstaltung	
Softwaretechnik / Software Engineering	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-2030
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache Institut für Informatik Softwaretechnik	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	40 Stunden hours
Selbststudium	127 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Software engineering is "the application of engineering to software". This lecture provides knowledge of the fundamental techniques in software engineering: Revision Control, Process Models, Requirements Analysis, Formal and Semiformal Modeling Techniques, Object Oriented Analysis, Object Oriented Design, Design Patterns, Testing.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> ■ Ludewig, J. and Licher, H. Software Engineering ■ Jacobson, I. et al. Object Oriented Software-Engineering - A Use Case Driven Approach ■ Davis, A. Software Requirements - Analysis and Specification
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic knowledge about practical Computer Science concepts, algorithms and datastructure, Programming Skills

(for Bachelor of Science: Participation in Softwarepraktikum)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Softwaretechnik / Software Engineering	11LE13MO-2030_PO 2020
Veranstaltung	
Softwaretechnik / Software Engineering	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-2030
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache Institut für Informatik Softwaretechnik	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	13 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
The exercises consist of theoretical assignments and programming assignments, to apply the methods and concepts from the lecture.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Spezialvorlesung	11LE13KT-Spez Vorlesung
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
----------------------------	---------

Kommentar
<p>Students have to take at least 5 Specialization Courses and are allowed at most 6 Specialization Courses (depending on number of Advanced Lectures - together it must be 7 courses).</p> <p>Please note: If you choose to take an additional Computer Science lecture in the Customized Course Selection, that one will be counted as an 8th lecture, overall.</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Algorithms	11LE13MO-1326_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Fabian Kuhn	
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen und Komplexität	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
some background in algorithm design/analysis and probability theory is expected (as gained in the course "Algorithms Theory")

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Advanced Algorithms	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours	
Advanced Algorithms	Übung	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Students have advanced knowledge about modern algorithmic techniques. They know the advantages and disadvantages of various methods for different applications.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Oral exam (usually 30 or 45 minutes)

Zu erbringende Studienleistung
none
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program
■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses
■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science
Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Algorithms	11LE13MO-1326_PO 2020
Veranstaltung	
Advanced Algorithms	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1326
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen und Komplexität	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	28
Selbststudium	124
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
In the course, we discuss modern algorithmic techniques. The course covers a variety of topics, such as for example:
<ul style="list-style-type: none"> - approximation algorithms - randomized algorithms - graph embeddings - graph sparsification - theory of learning - sketching and streaming algorithms - continuous methods in combinatorial optimization
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Literatur
Literature will be provided in the lecture.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
none

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

There is no formal requirement, however some background in algorithm design/analysis and probability theory is expected. Having passed the algorithm theory course (or a similar course) prior to taking the advanced algorithms lecture is highly recommended.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Algorithms	11LE13MO-1326_PO 2020
Veranstaltung	
Advanced Algorithms	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1326
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen und Komplexität	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	28
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The lecture will be complemented by theoretical exercises that allow to apply and further develop ideas and techniques discussed in the lecture. The exercises are an integral part of the lecture, the topics covered by the exercises will also be part of the oral exam. There are two graded homework assignments that count 30% towards the final grade of the course.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Computer Graphics	11LE13MO-1106_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr.-Ing. Matthias Teschner	
Veranstalter	
Institut für Informatik Graphische Datenverarbeitung	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Programming skills Knowledge in Algorithms and Data Structures, Linear Algebra and Analysis Knowledge in Image Processing and Computer Graphics

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand
Advanced Computer Graphics	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours
Advanced Computer Graphics	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Students know the main concepts for image synthesis as well as global illumination approaches. They are able to use formal governing equation and solution techniques and know how to describe light. They know bidirectional reflectance distribution functions for material modeling and can apply Monte-Carlo techniques for approximately solving the rendering equation that describes the interaction of light with surfaces.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (usually 90 to 180 minutes)
Zu erbringende Studienleistung
none

Bemerkung / Empfehlung
Working on the exercise sheets is voluntary, but strongly recommended.
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program
<ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science
↑Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs
<ul style="list-style-type: none">■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)■ M.Ed. Informatik (PO 2018)■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Computer Graphics	11LE13MO-1106_PO 2020
Veranstaltung	
Advanced Computer Graphics	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1106
Veranstalter	
Institut für Informatik Graphische Datenverarbeitung	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	30 Stunden
Selbststudium	90 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The course addresses all aspects of the raytracing technique. The curriculum covers photometric quantities to describe light, bidirectional reflectance distribution functions for material modeling and Monte-Carlo techniques for approximately solving the rendering equation that describes the interaction of light with surfaces. The curriculum also addresses the homogeneous notation, spatial data structures for ray-object intersections and sampling strategies.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> ■ Dutre, Bala, Bekaert: Advanced Global Illumination, A K Peters, 2006 ■ Pharr, Humphreys: Physically Based Rendering, Elsevier, 2010 ■ Shirley, Keith Morley: Realistic Ray Tracing, A K Peters, 2003 ■ Suffern: Ray Tracing From The Ground Up, A K Peters, 2007 ■ Foley, vanDam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice -, Addison Wesley, ISBN 0-201-84840-6 ■ Tomas Moller and Eric Haines: Real-Time Rendering, A. K. Peters Limited, 1999, ISBN 1-56881-182-9 ■ David F. Rogers: Procedural Elements for Computer Graphics, McGraw-Hill, 1998, ISBN 0-07-053548-5 ■ OpenGL Programming Guide, Second Edition, Addison-Wesley, 1997, ISBN 0-201-461138-2

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Programming skills

Knowledge in Algorithms and Data Structures, Linear Algebra and Analysis

Knowledge in Image Processing and Computer Graphics

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Computer Graphics	11LE13MO-1106_PO 2020
Veranstaltung	
Advanced Computer Graphics	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1106
Veranstalter	
Institut für Informatik Graphische Datenverarbeitung	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	30 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Practical development of ray tracing components based on concepts from lectures
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Database and Information Systems	11LE13MO-1345_PO 2020
Verantwortliche/r	
Dr. Fang Wei-Kleiner	
Veranstalter	
Institut für Informatik Datenbanken u. Informationssysteme	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Sehr gute Kenntnisse in Databases and Information Systems werden erwartet Foundations in databases and information systems

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Advanced Database and Information Systems	Lehrveranstaltung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours	
Advanced Database and Information Systems	Übung	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Students know advanced, system-oriented as well as theoretical aspects of databases and information systems. They know fundamental techniques for storing, interchanging and querying data. They can apply them, but also how to adapt them to slightly different circumstances. They can know common JSON and XML standards and can choose the best way to apply them in different usage scenarios. Practical application using SQL is part of their expertise.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Oral exam (usually 30 or 45 minutes)

Zu erbringende Studienleistung

Exercise sheets have to be completed on a regular basis.

Students pass the course work when they have presented at least one correct solution.

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung | Specialization Course
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Informatik (PO 2018)
- polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)
- M.Ed. Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Database and Information Systems	11LE13MO-1345_PO 2020
Veranstaltung	
Advanced Database and Information Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Lehrveranstaltung	11LE13V-1345
Veranstalter	
Institut für Informatik Datenbanken u. Informationssysteme	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	30
Selbststudium	90
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The course introduces into advanced topics of Databases and Information Systems. The course covers systemoriented and theoretical aspects, e.g.:
Systems: <ul style="list-style-type: none"> - JSON and XML standard, language families and processing using SQL - NoSQL and columnar datastores - SQL on top of compute clusters: basics, HDFS, Parquet, Hive and SparkSQL
Theory: <ul style="list-style-type: none"> - Equivalence Relational Algebra and Relational Calculus - Conjunctive queries, containment and Chase - Datalog families
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Literatur
High-quality literature for each topic can be found on the Web. Students are encouraged to make their own selections.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Sehr gute Kenntnisse in Databases and Information Systems werden erwartet



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Database and Information Systems	11LE13MO-1345_PO 2020
Veranstaltung	
Advanced Database and Information Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1345
Veranstalter	
Institut für Informatik Datenbanken u. Informationssysteme	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	30
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Exercises give the students opportunities to deepen their understanding of the course material. Practical exercises will demonstrate the specific problems arising when applying the methods on real data. Students are encouraged to present their own solutions.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Deep Learning	11LE13MO-1146_PO 2020
Verantwortliche/r	
JProf. Dr. Abhinav Valada	
Veranstalter	
Institut für Informatik Robot Learning	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Fundamentals of Deep Learning Machine Learning

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Advanced Deep Learning	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 hours	
Advanced Deep Learning	Praktikum	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Students have a clear understanding of advanced deep learning techniques and know how to apply them in various domains.
They know modern architectures including topics in Graph Neural Networks, Multi-dimensional Deep Learning, Transformers, Metric Learning, Cross-modal Learning, Transfer Learning, Domain Adaptation, Self-supervised Learning, Multi-task Learning, Meta-Learning, and Continual Learning.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Oral examination (usually 30 or 45 minutes)
Zu erbringende Studienleistung
Presentation

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science

Part of the specialization Artificial Intelligence in Master of Science Informatik/Computer Science
bzw. MSc Embedded Systems Engineering



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Deep Learning	11LE13MO-1146_PO 2020
Veranstaltung	
Advanced Deep Learning	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1146_PO 2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Robot Learning	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 hours
Präsenzstudium	32 Stunden
Selbststudium	116 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Deep learning techniques are constantly evolving and are nowadays recognized as the state-of-the-art solution in many problems in various domains. This course will provide a clear understanding of advanced deep learning techniques and modern architectures include topics in Graph Neural Networks, Multi-dimensional Deep Learning, Transformers, Metric Learning, Cross-modal Learning, Transfer Learning, Domain Adaptation, Self-supervised Learning, Multi-task Learning, Meta-Learning, and Continual Learning.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Fundamentals of Deep Learning Machine Learning

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Deep Learning	11LE13MO-1146_PO 2020
Veranstaltung	
Advanced Deep Learning	
Veranstaltungsart	Nummer
Praktikum	11LE13P-1146_PO 2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Robot Learning	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	32 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Students learn to apply some of the techniques from the lecture.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Algorithms for Wireless Communication	11LE13MO-1157_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Christian Schindelhauer	
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnernetze u.Telematik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic knowledge about Distributed Systems, Computer Networks, Algorithms and Data Structures

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Algorithms for Wireless Communication	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours	
Algorithms for Wireless Communication	Übung	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
After this course students can apply existent theoretical communication models of computer science and information theory to a given problem and analyse the quality of a given algorithmic solutions.
Zu erbringende Prüfungsleistung
If there are 20 or fewer registered participants, an oral exam (usually 30 or 45 minutes); if there are more than 20 registered participants, a written exam (usually 90 to 180 minutes). Details will be announced in due time.
Zu erbringende Studienleistung
Exercise sheets have to be completed and handed in on a regular basis. These will be scored and awarded with points. To successfully complete the course work (Studienleistung), you need to have reached at least 50% of the achievable points.

Verwendbarkeit des Moduls

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik
- B.Sc. in Informatik (PO 2018)

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science

Part of the specialization Cyber-Physical Systems in Master of Science Informatik/Computer Science bzw. MSc Embedded Systems Engineering



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Algorithms for Wireless Communication	11LE13MO-1157_PO 2020
Veranstaltung	
Algorithms for Wireless Communication	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1157_PO 2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnernetze u.Telematik	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	32 Stunden
Selbststudium	116 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The course offers a selected view from the wide area of topics regarding wireless communication under the algorithmic and partly also the information theoretic view. E.g. wireless communication models in computer science and information theory. Physical foundations of wireless communication: electromagnetic and acoustic communication. Medium access from Radio Networking to MACAW. Multi- and single-commodity flow problems, shortest path for route detection and optimization for congestions, delay and energy. Network coding, graph embedding, MIMO power gain and diversity gain. Models for nearfield and quantum communication.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Literatur
Current research papers to be announced in the course.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Distributed Systems, Computer Networks, Algorithms and Data Structures
Bemerkung / Empfehlung
The lecture will be recorded (unlike the exercise class). All course material will be made available online to participants.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Algorithms for Wireless Communication	11LE13MO-1157_PO 2020
Veranstaltung	
Algorithms for Wireless Communication	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1157_PO 2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnernetze u.Telematik	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	32 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
Exercise class with tasks in discrete optimization for network routing, path loss estimations for SNR models, mathematical simulations of networks in computer algebra systems, the mathematics of basic signal processing, algorithm design and analysis of routing algorithms and shortest path algorithms, lower bound analysis.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Automated Machine Learning	11LE13MO-1415_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Frank Roman Hutter	
Veranstalter	
Institut für Informatik Maschinelles Lernen	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
<ul style="list-style-type: none"> ■ either lecture: "Machine Learning" ■ or lecture: "Foundations of Deep Learning"
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
<ul style="list-style-type: none"> ■ Solid understanding of machine learning ■ Hands-on experience with deep learning ■ Programming skills in Python

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand
Automated Machine Learning	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 hours
Automated Machine Learning	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
<p>Based on machine learning (ML), AI achieved major breakthroughs in the last years. However, applying machine learning and in particular deep learning (DL) in practice is a challenging task and requires a lot of expertise. Among other things, the success of ML/DL applications depends on many design decisions, including an appropriate preprocessing of the data, choosing a well-performing machine learning algorithm and tuning its hyperparameters, giving rise to a complex pipeline. Unfortunately, even experts need days, weeks or even months to find well-performing pipelines and can still make mistakes when optimizing their pipelines.</p>

After completion of this course students will be able to discuss meta-algorithmic approaches to automatically search for, and obtain well-performing machine learning systems by means of automated machine learning (AutoML).

Such AutoML systems allow for faster development of new ML/DL applications, require far less expert knowledge than doing everything from scratch and often even outperform human developers.

Students know how to use such AutoML systems, to develop their own systems and to understand ideas behind state-of-the-art AutoML approaches.

Zu erbringende Prüfungsleistung

oral examination (usually 30 or 45 minutes)

Zu erbringende Studienleistung

Doing a project (workload about 80h)

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science

Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science
resp. MSc Embedded Systems Engineering

and

Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science
resp. MSc Embedded Systems Engineering



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Automated Machine Learning	11LE13MO-1415_PO 2020
Veranstaltung	
Automated Machine Learning	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1415
Veranstalter	
Institut für Informatik Maschinelles Lernen	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 hours
Präsenzstudium	30
Selbststudium	90
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
* Design of configuration spaces for automated machine learning
* Hyperparameter Optimization with Bayesian Optimization
* Neural architecture search with Reinforcement learning, Bayesian Optimization and Evolutionary strategies
* Transfer-learning, meta-learning, pre-training and fine-tuning
* Learning-to-learn
* Hyperparameter importance analysis
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Literatur
Selected material from the book "AutoML: Methods, Systems, Challenges" by Hutter, Kotthoff and Van-Schoren (freely available online at www.automl.org/book), as well as other surveys and research articles.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
* Lecture: "Machine Learning"
* Lecture: "Foundations of Deep Learning"
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
* Solid understanding of machine learning
* Hands-on experience with deep learning

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Automated Machine Learning	11LE13MO-1415_PO 2020
Veranstaltung	
Automated Machine Learning	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1415
Veranstalter	
Institut für Informatik Maschinelles Lernen	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	30
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Die Übungen orientieren sich an den Vorlesungen. In den praktisch angelegten Übungen werden die Inhalte der Vorlesung praktisch selbstständig umgesetzt. Am Ende gibt es ein großes Projekt (80h), in dem die Studierenden die Inhalte eigenständig auf ein neues Problem anwenden. Dieses Projekt wird im ersten Teil der mündlichen Prüfung vorgestellt.
The exercises follow the lectures. In the practically-oriented exercises students will independently implement the lecture material. In the end there is a large project (80h), in which the students apply the contents of the course to a new problem domain. This project will be presented in the first part of the oral exam.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Bioinformatics I	11LE13MO-1309_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Rolf Backofen	
Veranstalter	
Institut für Informatik Bioinformatik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Von Vorteil bzw. stark empfohlen sind:
<ul style="list-style-type: none"> ■ Grundlegende, einfache molekularbiologische Kenntnisse ■ Grundlegende Kenntnisse in Algorithmen, wie aus Informatik Grundstudium/Bachelor <p> </p> <p>Advantageous or strongly recommended prerequisites:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Basic, simple knowledge of molecular biology ■ Basic knowledge of algorithms, such as from computer science undergraduate / bachelor's degree

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Bioinformatics I	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours
Bioinformatics I	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The course shall give an overview of basic bioinformatics topics and understanding of some fundamental algorithms. The special focus of the course is on sequence analysis.
In the module we fundamental principles in biology are revised and illustrate target problems and associated applications.

Students will be able to explain and apply fundamental algorithms regarding sequence alignment and phylogenetic trees and will be capable to design and analyze algorithms that elaborate discrete sequences. Students will understand how to solve an optimization problem using Dynamic Programming techniques and be able to design and analyze new algorithms. By the end of the module, students will become familiar with applications of Markov models in Bioinformatics and be able to compute phylogenetic trees.

Zu erbringende Prüfungsleistung

Written exam (usually 90 to 180 minutes)

If the number of participants is small (< 20), an oral examination may be held instead. The students will be informed in good time.

Zu erbringende Studienleistung

none

Bemerkung / Empfehlung

Solving exercise sheets is optional but highly recommended.

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science

Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik
- B.Sc. in Informatik (PO 2018)
- polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)
- M.Ed. Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Bioinformatics I	11LE13MO-1309_PO 2020
Veranstaltung	
Bioinformatics I	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1309
Veranstalter	
Institut für Informatik Bioinformatik	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	30
Selbststudium	120
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
<p>Sequenzalignment:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ global und lokal, Distanz und Ähnlichkeit ■ affine and beliebige Gap-Kostenfunktionen
<p>Substitutionsmatrizen und Markov-Ketten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Markov-Modelle und deren Eigenschaften ■ Markov-Ketten und Substitutionsmatrizen, z.B. PAM
<p>Phylogenetische Bäume:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ hierarchische Methoden und clustering ■ Markov-Prozesse und maximum likelihood ■ quartet puzzling
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
<p>Von Vorteil bzw. vorausgesetzt sind</p> <p>Grundlegende, einfache molekularbiologische Kenntnisse</p> <p>Grundlegende Kenntnisse in Algorithmen, wie aus Informatik Grundstudium/Bachelor</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Bioinformatics I	11LE13MO-1309_PO 2020
Veranstaltung	
Bioinformatics I	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1309
Veranstalter	
Institut für Informatik Bioinformatik	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	28 Stunden
Selbststudium	124 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Participating in the exercise sessions and solving the sheets deepens your understanding. You can use the exercise session for (supervised) solving the sheets or to ask questions. You can solve them independently or as group.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Bioinformatics II	11LE13MO-1310_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Rolf Backofen	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Bioinformatics I
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
The foundations laid in "Bioinformatics I" will be assumed to be known.
Additional prerequisites:
<ul style="list-style-type: none"> ■ Basic, simple knowledge of molecular biology ■ Basic knowledge of algorithms, such as from computer science undergraduate / bachelor's degree

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Bioinformatics II	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours	
Bioinformatics II	Übung	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
This module is designed as a follow up for the course "Bioinformatics 1" or a similar one. Students will be given an advanced overview of bioinformatics topics with a deeper understanding of many fundamental algorithms.
They will learn well known multiple sequence alignment and analysis algorithms like BLAST and t-coffee and be able to explain them in detail. They will understand Hidden Markov modelling and will apply them to specific problems in Bioinformatics. Students will be able to distinguish various protein models and to compile folding kinetics information based on energy landscape models. Finally, they can calculate optimal RNA structures based on central prediction algorithms and explain the according methods.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Oral exam (usually 30 or 45 minutes) If the number of participants is very high (> 30), a written examination may be held instead. The students will be informed in good time.
Zu erbringende Studienleistung
none
Bemerkung / Empfehlung
Solving exercise sheets is optional but highly recommended.
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program <ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs <ul style="list-style-type: none">■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)■ M.Ed. Informatik (PO 2018)■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Bioinformatics II	11LE13MO-1310_PO 2020
Veranstaltung	
Bioinformatics II	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1310
Veranstalter	
Institut für Informatik Bioinformatik	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	32 Stunden
Selbststudium	116 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
<p>Multiple sequence alignment</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Scoring schemes ■ Exact and heuristic methods (progressive approaches, t-coffee etc.)
<p>Hidden markov models</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Profile HMMs for multiple alignment ■ Learning profile HMMs
<p>Protein structure</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Simple protein models
<p>Fast sequence search</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ BLAST ■ BLAT ■ Suffix trees
<p>Energy Landscapes</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Monte-Carlo sampling ■ Abstractions ■ Folding dynamics
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level

Literatur
<ul style="list-style-type: none">■ Clote, Backofen: Computational Molecular Biologie, An Introduction. Wiley & Sons. ISBN-10: 0471872520 ISBN-13: 978-0471872528■ Durbin et al.: Biological Sequence Analysis. Cambridge University Press. ISBN-10: 0521629713 ISBN-13: 978-0521629713■ D.W. Mount: Bioinformatics - Sequence and Genome Analysis Cold Spring Harbor
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Bioinformatics I
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
The foundations laid in Bioinformatics I will be assumed to be known.
Additional prerequisites: <ul style="list-style-type: none">■ Basic, simple knowledge of molecular biology■ Basic knowledge of algorithms, such as from computer science undergraduate / bachelor's degree

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Bioinformatics II	11LE13MO-1310_PO 2020
Veranstaltung	
Bioinformatics II	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1310
Veranstalter	
Institut für Informatik Bioinformatik	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	32 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Participating in the exercise sessions and solving the sheets deepens your understanding by applying the concepts from the lecture to real-life situations.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Blockchain and Cryptocurrencies	11LE13MO-1235_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Peter Thiemann	
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine none

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Blockchain and Cryptocurrencies	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours	
Blockchain and Cryptocurrencies	Übung	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Students know the concepts of how blockchains work. They have insight in application scenarios, especially regarding the monetary background, Bitcoin and other crypto currencies.
Cryptographic foundations, Transaction ability, Transaction legitimation, Consensus from Proof of Work to Proof of Stake are understood.
Nonmonetary applications like Smart contracts from Ethereum to Tezos are known.
Students are aware of security implications and risks.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (usually 90 to 180 minutes)

Zu erbringende Studienleistung
keine none
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program
<ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science
Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs
<ul style="list-style-type: none">■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Blockchain and Cryptocurrencies	11LE13MO-1235_PO 2020
Veranstaltung	
Blockchain and Cryptocurrencies	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1235
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	28
Selbststudium	124
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Monetary background, Bitcoin and other crypto currencies, Cryptographic foundations, Transaction ability, Transaction legitimation, Consensus from Proof of Work to Proof of Stake, Nonmonetary applications, Smart contracts from Ethereum to Tezos, Security implications and risks
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> ■ Fabian Schär, Aleksander Berentsen. Bitcoin, Blockchain und Kryptoassets: Eine umfassende Einführung. Books on Demand. 2017 ■ Narayanan et al. Bitcoin and Cryptocurrency Technologies. Princeton University Press. 2016.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine none

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Blockchain and Cryptocurrencies	11LE13MO-1235_PO 2020
Veranstaltung	
Blockchain and Cryptocurrencies	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1235

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	28
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Repetition, application, and consolidation of the lecture material with theoretical and practical tasks
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Compilerbau / Compiler Construction	11LE13MO-1208_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Peter Thiemann	
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine none

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Compilerbau / Compiler Construction Vorlesung	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden	
Compilerbau / Compiler Construction Übung	Übung	Wahlpflicht		1,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The students know basic techniques and tools of compiler construction and are able to apply them. They will be able to read and create specifications for syntactic and semantic analysis. They will know all stages of a simple compiler and be able to develop and assemble them into a working compiler. They know abstract intermediate representations and the concept of staging of different processing stages and are able to apply them.
Zu erbringende Prüfungsleistung
If there are 20 or fewer registered participants, an oral exam (usually 30 or 45 minutes); if there are more than 20 registered participants, a written exam (usually 90 to 180 minutes). Details will be announced in due time.

Zu erbringende Studienleistung
keine none
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program
<ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science■ M.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2021)
Part of the specialization Cyber-Physical Systems in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs
<ul style="list-style-type: none">■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)■ M.Ed. Informatik (PO 2018)■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Compilerbau / Compiler Construction	11LE13MO-1208_PO 2020
Veranstaltung	
Compilerbau / Compiler Construction Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1208
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> ■ Architektur eines Compilers ■ Syntaktische und semantische Analyse ■ Zwischensprachen und Transformation ■ Instruktionsauswahl ■ Registerallokation ■ Analyse und Optimierung ■ Garbage Collection ■ Typen und Typinferenz
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> ■ Andrew Appel with Jens Palsberg, Modern Compiler Implementation in Java, 2nd edition. Cambridge University Press (2002) ■ Alfred V. Aho, Monica S. Lam, Ravi Sethi, and Jeffrey D. Ullman. Compilers, Principles, Techniques, and Tools (2nd Edition). Prentice Hall, 2006. ■ Reinhard Wilhelm and Dieter Maurer. Übersetzerbau -- Theorie, Konstruktion, Generierung -- 2. Auflage. Lehrbuch. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1996
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Compilerbau / Compiler Construction	11LE13MO-1208_PO 2020
Veranstaltung	
Compilerbau / Compiler Construction Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1208
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
Im Rahmen der Übung wird exemplarisch ein Compiler für eine kleine Programmiersprache entwickelt. Dabei kommen die Techniken und Inhalte der Vorlesung zum Einsatz.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Computer Vision	11LE13MO-1123_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Thomas Brox	
Veranstalter	
Institut für Informatik Mustererkennung u. Bildverarbeitung	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Fundamental mathematical knowledge and programming skills (in C++ or Python) Basic knowledge in image processing and/or computer graphics concepts

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Computer Vision Vorlesung	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours	
Computer Vision Übung	Übung	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
This course introduces the most important concepts in today's Computer Vision research. Students learn about some of the typical problems and methodologies in computer vision. After the module, they are capable to read current related literature and understand standard concepts used in computer vision research. Moreover, they can implement the techniques discussed in the lectures and to adapt them to their needs, if necessary.

Zu erbringende Prüfungsleistung

If there are 30 or fewer registered participants, an oral exam (usually 30 or 45 minutes); if there are more than 30 registered participants, a written exam (usually 90 to 180 minutes). Details will be announced in due time.

Zu erbringende Studienleistung

keine | none

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science

Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- M.Ed. Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Computer Vision	11LE13MO-1123_PO 2020
Veranstaltung	
Computer Vision Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1123
Veranstalter	
Institut für Informatik Mustererkennung u. Bildverarbeitung	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	32 Stunden
Selbststudium	148 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The course presents the most relevant computer vision tasks and current solutions. It covers nonlinear diffusion, variational optimization, spectral clustering, image segmentation, optical flow, video segmentation, stereo reconstruction, camera calibration, structure from motion, recognition, and deep learning.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Literatur
current literature, as announced directly in lecture
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Fundamental mathematical knowledge and programming skills (in C++ or Python) Basic knowledge in image processing and/or computer graphics concepts
Bemerkung / Empfehlung
Usually the course is offered every winter semester; as there might be rare exceptions in some years, it's marked as "irregularly"

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Computer Vision	11LE13MO-1123_PO 2020
Veranstaltung	
Computer Vision Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1123
Veranstalter	
Institut für Informatik Mustererkennung u. Bildverarbeitung	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	30 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The exercises consist of programming assignments (usually in C/C++), where students learn to implement the most important techniques presented in the lectures.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Cyber-Physikalische Systeme - Diskrete Modelle / Cyber-Physical Systems – Discrete Models	11LE13MO-2070_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Andreas Podelski	
Veranstalter	
Institut für Informatik Softwaretechnik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlegende Kenntnisse in den Themenbereichen Rechnerarchitektur und Softwaretechnik / Softwareentwurf
Basic knowledge in the areas of computer architecture and software engineering / software design

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Cyber-Physikalische Systeme – Diskrete Modelle / Cyber-Physical Systems – Discrete Models - Vorlesung	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden hours
Cyber-Physikalische Systeme – Diskrete Modelle / Cyber-Physical Systems – Discrete Models - Übung	Übung	Wahlpflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The course provides an introduction to discrete models of cyber-physical systems, their analysis and verification:
The students learn how to model cyber-physical systems as transition systems. Here, the main focus lies on software and hardware aspects of cyber-physical systems and on methods for modeling parallelism and communication.
The students learn how to express properties about such systems. The course covers different mechanisms to specify temporal properties including linear time properties and branching time properties such as LTL,

CTL, and CTL* properties.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (usually 90 to 180 minutes) If the number of participants is small (< 15), an oral examination may be held instead. The students will be informed in good time.
Zu erbringende Studienleistung
Exercise sheets have to be completed and handed in on a regular basis. These will be scored and awarded with points. To pass the course work (Studienleistung), you must obtain at least 50% of the exercise points. Also, every student must present his/her solution to an exercise in an exercise group at least once in the semester.
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program <ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Essential Lectures in Computer Science Part of the specialization Cyber-Physical Systems in Master of Science Informatik/Computer Science bzw. MSc Embedded Systems Engineering
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs <ul style="list-style-type: none">■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Cyber-Physikalische Systeme - Diskrete Modelle / Cyber-Physical Systems – Discrete Models	11LE13MO-2070_PO 2020
Veranstaltung	
Cyber-Physikalische Systeme – Diskrete Modelle / Cyber-Physical Systems – Discrete Models - Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-2070
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur	
Institut für Informatik Programmiersprache	
Institut für Informatik Softwaretechnik	
Institut für Informatik Betriebssysteme	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	45 Stunden hours
Selbststudium	120 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The course provides an introduction to discrete models of cyberphysical systems, their analysis and verification: <ul style="list-style-type: none"> ■ The students learn how to model cyber-physical systems as transition systems. Here, the main focus lies on software and hardware aspects of cyber-physical systems and on methods for modeling parallelism and communication. ■ Moreover, the students learn how to express properties about such systems. The course covers different mechanisms to specify temporal properties including linear time properties and branching time properties such as LTL, CTL, and CTL* properties. ■ Finally, the course demonstrates how to develop algorithms for checking whether these properties hold. After presenting algorithms for explicit state systems we introduce symbolic BDDbased algorithms which are able to tackle the well-known “state explosion problem”. In addition, the course covers basic “Bounded Model Checking” (BMC) techniques which restrict the analysis to computation paths up to a certain length and reduce the verification problem to a Boolean Satisfiability problem. ■ All necessary foundations for these algorithms such as fixed point theory, data structures like Binary Decision Diagrams (BDDs), and Satisfiability (SAT) solvers are introduced in the course as well.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level

Literatur
<ul style="list-style-type: none">■ Christel Baier, Joost-Pieter Katoen, Principles of Model Checking, MIT, 2008, ISBN 9780262026499■ B. Berard, M. Bidoit, A. Finkel, F. Laroussinie, Systems and Software Verification, Springer, 2001, ISBN 3642074782■ E. Clarke, O. Grumberg, D. Peled, "Model Checking", MIT Press 1999■ Kropf, Thomas, "Introduction to Formal Hardware Verification", Springer, 1999, ISBN 3-540-65445-3
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlegende Kenntnisse in den Themenbereichen Rechnerarchitektur und Softwaretechnik / Softwareentwurf Basic knowledge in the areas of computer architecture and software engineering / software design

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Cyber-Physikalische Systeme - Diskrete Modelle / Cyber-Physical Systems – Discrete Models	11LE13MO-2070_PO 2020
Veranstaltung	
Cyber-Physikalische Systeme – Diskrete Modelle / Cyber-Physical Systems – Discrete Models - Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-2070
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur	
Institut für Informatik Programmiersprache	
Institut für Informatik Softwaretechnik	
Institut für Informatik Betriebssysteme	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	15 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The lecture is accompanied by exercises. Students train themselves to write down things in a formally correct way.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Cyber-Physical Systems – Program Verification	11LE13MO-1207_v2_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Andreas Podelski	
Veranstalter	
Institut für Informatik Softwaretechnik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic concepts in logic (propositional logic, first-order logic), mathematics (sets, relations, functions, linear algebra), formal languages (regular expressions, automata).

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Cyber-Physische Systeme - Programmverifikation / Cyber-Physical Systems – Program Verification	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours	
Cyber-Physische Systeme - Programmverifikation / Cyber-Physical Systems – Program Verification	Übung	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Often computers are used in embedded, networked, safety-critical applications. The cost of failure is high. The student learns the basic concepts, methods, and tools for ensuring that a system does not have bad behaviors. The student learns how to use propositional logic and first-order logic reasoning for specification, analysis, and verification. The student learns how to formally specify the correctness of a given program. In particular, correctness can be specified by an annotation of the program with a special kind of comments. The student learns how the correctness of the program can be reduced to the validity of a first-order logical formula and how the validity can be proven automatically by a new generation of powerful reasoning engines. The student also learns how verification can be done with static analysis methods, i.e.,

methods which have been developed originally in compiler optimization and which have been formalized by Patrick and Radhia Cousot's framework of abstract interpretation.

Zu erbringende Prüfungsleistung

Written exam (usually 90 to 180 minutes)

If the number of participants is small (< 15), an oral examination may be held instead. The students will be informed in good time.

Zu erbringende Studienleistung

Exercise sheets have to be completed and handed in on a regular basis. These will be scored and awarded with points.

To pass the course work (Studienleistung), you must obtain at least 50% of the exercise points.

Also, every student must present his/her solution to an exercise in an exercise group at least once in the semester.

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science

Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik
- B.Sc. in Informatik (PO 2018)
- polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)
- M.Ed. Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Cyber-Physical Systems – Program Verification	11LE13MO-1207_v2_PO 2020
Veranstaltung	
Cyber-Physische Systeme - Programmverifikation / Cyber-Physical Systems – Program Verification	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1207_v2
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Programmiersprache Institut für Informatik Softwaretechnik Institut für Informatik Betriebssysteme	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	26 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
In this lecture we introduce basic concepts, methods, and tools for ensuring that a system does not have bad behaviors. We start with an introduction to propositional logic and first-order logic reasoning. We establish a formal setting for the specification, analysis, and verification of behaviors of programs. We show how correctness can be specified by an annotation of the program with a special kind of comments. We show how the correctness of a program can be reduced to the validity of a logical formula. The validity can be proven automatically by a new generation of powerful reasoning engines. Finally, we connect verification with static analysis methods which have been developed originally in compiler optimization and which are formalized by Patrick and Radhia Cousot's framework of abstract interpretation. To give an example of a verification problem, we take device driver programs for Windows and Linux operating systems; such programs come with rules that specify the order of certain operations and file accesses. A violation of such a rule leads to system crash or deadlock, unexpected exceptions, and the failure of runtime checks. An example of a rule is that calls to lock and unlock must alternate (an attempt to re-acquire an acquired lock or release a released lock will cause a deadlock). We can formalize the correctness properties expressed by such a rules in the form of a temporal property (safety or liveness) or a finite automaton.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level

Literatur
Baier, C., Katoen, J. - Principles of Model Checking Almeida, J.B., Frade, M.J., Pinto, J.S., Melo de Sousa, S. - Rigorous Software Development - An Introduction to Program Verification
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic concepts in logic (propositional logic, first-order logic), mathematics (sets, relations, functions, linear algebra), formal languages (regular expressions, automata).

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Cyber-Physical Systems – Program Verification	11LE13MO-1207_v2_PO 2020
Veranstaltung	
Cyber-Physische Systeme - Programmverifikation / Cyber-Physical Systems – Program Verification	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1207_v2
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Programmiersprache Institut für Informatik Softwaretechnik Institut für Informatik Betriebssysteme	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	26 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Debugging and Fuzzing	11LE13MO-1158_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Armin Biere	
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Good programming experience necessary Highly recommended: Advanced Programming Skills (in C, C++, Java, or Python) Basic knowledge in Software Engineering, Algorithms and Data-Structures

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand
Debugging and Fuzzing	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours
Debugging and Fuzzing	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The main goal is to understand debugging from a scientific perspective and learn how to apply advanced debugging techniques to real world system design mostly in the context of software engineering and in combination with modern fuzzing and testing techniques.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (usually 90 to 180 minutes)

Zu erbringende Studienleistung

You have to complete and hand in your solutions for exercise sheets and perform experiments on a regular basis. These will be scored and awarded with points. To successfully complete the course work (Studienleistung), you need to have reached at least 50% of the overall number of achievable points for the semester.

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science

Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Debugging and Fuzzing	11LE13MO-1158_PO 2020
Veranstaltung	
Debugging and Fuzzing	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1158_PO 2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	30
Selbststudium	120
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
We will discuss failures, tracking, contracts/assertions,delta-debugging, quick-check, symbolic debugging, coverage, automatic/unit/regression/combinatorial/model-based testing, data-races, deadlocks, sanitizers and also spend some time on fuzzing, including white/gray/black-box fuzzing, coverage, grammar-aware fuzzing, and symbolic execution.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Literatur
"Why Programs Fail", A. Zeller. "The Fuzzing Book", A. Zeller et.al.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Good programming experience necessary Highly recommende: Advanced Programming Skills (in C, C++, Java, or Python) Software Engineering, Algorithms and Data-Structures



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Debugging and Fuzzing	11LE13MO-1158_PO 2020
Veranstaltung	
Debugging and Fuzzing	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1158_PO 2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	30
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Using the acquired debugging techniques in exercises on paper and applying debugging and fuzzing tools to real complex code from automated reasoning, electronic design automation or compilers.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in die Multiagentensysteme / Introduction to Multiagent Systems	11LE13MO-1118_PO 2020
Verantwortliche/r	
JProf. Dr. Joschka Bödecker	
Veranstalter	
Institut für Informatik Grundl.d.künstl.Intelligenz	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Knowledge of concepts such as search methods and formal logic is useful (as provided in the lecture Foundations of Artificial Intelligence (Grundlagen der Künstlichen Intelligenz)) Programming skills are required

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Einführung in die Multiagentensysteme / Introduction to Multiagent Systems	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stun-den	
Einführung in die Multiagentensysteme / Introduction to Multiagent Systems	Übung	Wahlpflicht		1,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The participants have a basic understanding of multiagent systems and their use in modeling real world problems.
They know about theoretical and practical aspects of multiagent systems. The rationale behind modeling problems in terms of agents in computer science and robotics can be discussed by the participants. They know the difference between this approach in relation to other programming paradigms, and can decide which types of problems can be solved using agent architectures.

<p>Zu erbringende Prüfungsleistung</p> <p>Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) Written exam (usually 90 to 180 minutes)</p> <p>(Wenn die Teilnehmerzahl sehr klein ist, kann stattdessen eine mündliche Prüfung (i.d.R. 30 oder 45 Minuten) durchgeführt werden. Die Studierenden werden rechtzeitig informiert. If number of participants is small, might be changed to oral exam (usually 30 or 45 minutes) instead. Students will be notified in good time.)</p>
<p>Zu erbringende Studienleistung</p> <p>Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn mindestens 50% der Gesamtpunkte im Semester erreicht sind.</p> <p> </p> <p>Exercise sheets have to be completed and handed in on a regular basis. These will be scored and awarded with points. To successfully complete the course work (Studienleistung), you need to have reached at least 50% of the overall number of achievable points for the semester.</p>
<p>Verwendbarkeit des Moduls</p> <p>Compulsory elective module for students of the study program</p> <ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science <p>Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering</p> <p>Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs</p> <ul style="list-style-type: none">■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)■ M.Ed. Informatik (PO 2018)■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in die Multiagentensysteme / Introduction to Multiagent Systems	11LE13MO-1118_PO 2020
Veranstaltung	
Einführung in die Multiagentensysteme / Introduction to Multiagent Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1118
Veranstalter	
Institut für Informatik Grundl.d.künstl.Intelligenz	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	45 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Multi-agent systems have emerged as one of the most important areas of research and development in information technology. A multi-agent system is composed of multiple interacting software components known as agents, which are typically capable of cooperating to solve problems that are beyond the abilities of any individual member. Multi-agent systems are important primarily because they have been found to have very wide applicability. The difference between agents and objects from OOP could be stated as: "Objects do it for free, but agents do it for money". This course will address theoretical and practical aspects of multiagent systems. The rationale behind modeling problems in terms of agents in computer science and robotics will be explained. We will see how this approach is different from and relates to other programming paradigms, and which types problems can be solved using agent architectures.
Topics of this course are:
<ul style="list-style-type: none"> ■ Agent architectures ■ Agent planning ■ Methods of communication ■ Game Theory ■ Common sensing and world-modeling ■ Distributed decision making ■ Cooperation and coordination
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level

Literatur
<ul style="list-style-type: none">■ [Wooldridge 2009] An Introduction to MultiAgent Systems - Second Edition■ [Russell & Norvig 2003] Stuart Russell and Peter Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, second edition, Prentice Hall, 2003.■ [Jeffrey Rosenschein & Gilad Zlotkin 1998] Rules of encounter: designing conversations for automated negotiation among computers, MIT Press■ [Yoav Shoham & Kevin Leyton-Brown 2009] Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations, Cambridge University Press
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Knowledge of concepts such as search methods and formal logic is useful (as provided in the lecture Foundations of Artificial Intelligence (Grundlagen der Künstlichen Intelligenz)) Programming skills are required

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in die Multiagentensysteme / Introduction to Multiagent Systems	11LE13MO-1118_PO 2020
Veranstaltung	
Einführung in die Multiagentensysteme / Introduction to Multiagent Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1118
Veranstalter	
Institut für Informatik Grundl.d.künstl.Intelligenz	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	15 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
In the exercises, students will learn through example scenarios to apply the principles and methods from the lectures.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	11LE13MO-910_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Christoph Scholl Prof. Dr. Marco Zimmerling	
Veranstalter	
Institut für Informatik Betriebssysteme Institut für Informatik Embedded Systems	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic knowledge in the field of technical informatics, analog and digital circuits, programming knowledge in C / C ++

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden hours
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	Übung	Wahlpflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden verstehen die spezifischen Eigenschaften eingebetteter Systeme, ihre Architektur und Komponenten, ihre Hardware- und Softwareschnittstelle, die Kommunikation zwischen Komponenten, grundlegende Analog-Digital-Analog-Umwandlungsmethoden, stromsparende Designs und Spezifikations-techniken. Sie sind in der Lage eingebettete Systeme mit VHDL, Zustandsdiagrammen und Petri-Netzen zu spezifizieren sowie Eigenschaften des modellierten Systems anzugeben und zu diskutieren und grundlegende Programme in C für eine eingebettete Plattform zu schreiben.

Students understand the specific properties of embedded systems, their architecture and components, their hardware and software interface, the communication between components, basic analog-digital-analog conversion methods, low-power designs and specification techniques. They will be able to specify embedded systems with VHDL, statechart and petri-nets and reason about properties of the modeled system, and write basic programs in C for an embedded platform.

Zu erbringende Prüfungsleistung

Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) |
Written exam (usually 90 to 180 minutes)

Zu erbringende Studienleistung

Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn mindestens 50% der Gesamtpunkte im Semester erreicht sind.

|

Exercise sheets have to be completed and handed in on a regular basis. These will be scored and awarded with points. The Studienleistung counts as passed if at least 50% of the overall number of achievable points for the semester has been reached.

Bemerkung / Empfehlung

The lecture will be held in English (there are some recordings available in German from previous semesters).

The exercises will be offered in German as well as in English.

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) in Essential Lectures in Computer Science

Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering

Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018)

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Informatik (PO 2018)
- polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)
- M.Ed. Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)
- Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), im Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	11LE13MO-910_PO 2020
Veranstaltung	
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-910
Veranstalter	
Institut für Informatik Betriebssysteme Institut für Informatik Embedded Systems	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	45 Stunden hours
Selbststudium	120 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
<p>Eingebettete Systeme gelten als die Schlüsselanwendung der Informationstechnologie in den kommenden Jahren und sind, wie der Name bereits andeutet, Systeme, bei denen Informationsverarbeitung in eine Umgebung eingebettet ist und dort komplexe Regelungs-, Steuerungs- oder Datenverarbeitungsaufgaben übernimmt.</p> <p>Die Vorlesung beschäftigt sich mit grundlegenden Konzepten für Modellierung und Entwurf Eingebetteter Systeme. Sie behandelt u.a. Spezifikationssprachen und Methoden für Eingebettete Systeme (wie z.B. Statecharts, Petrinette, VHDL), Abbildung von Spezifikationen auf Prozesse, Hardware Eingebetteter Systeme sowie Hardware-/Software-Codesign.</p> <p>Es wird auf die Bauelemente eines Eingebetteten Systems eingegangen (z.B. Prozessoren, AD-/DA-Wandler, Sensoren, Sensorschnittstellen, Speicher) und es werden Methoden zum Entwurf und zur Optimierung der zugehörigen Schaltungen bezüglich Geschwindigkeit, Energieverbrauch und Testbarkeit vorgestellt.</p> <p> </p> <p>Embedded Systems are considered the key application in information technology for the years to come. As the name suggests, they are systems embedding information processing into an environment, where complex control or data processing tasks are executed.</p> <p>The lecture deals with the basic concepts for modelling and designing embedded systems. Among others it covers specification languages and methods for embedded systems (such as statecharts, petri nets, VHDL), the mapping of specifications on processes, hardware of Embedded Systems as well as hardware/software codesign.</p> <p>It addresses the construction elements of an embedded system (e.g. processors, AD/DA converters, sensors, sensor interfaces, memory devices) and presents methods for the design and optimization of the associated circuits with respect to speed, energy consumption and testability.</p>
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level

Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
<ol style="list-style-type: none">1. Marwedel, P.: Embedded System Design. Springer-Verlag New York, Inc., 2006.2. Marwedel, P. ; Wehmayer, L.: Eingebettete Systeme. Springer-Verlag Berlin, 2007.3. Ritter, J. ; Molitor, P.: VHDL - Eine Einführung. Pearson Studium, 2004.4. Chang, K. C.: Digital Design and Modeling with VHDL and Synthesis. IEEE Computer Society Press, 1996.5. Teich, J. ; Haubelt, C.: Digitale Hardware/Software-Systeme. Berlin : Springer-Verlag Berlin, 2007.6. Baker, R. J.; Li, H. W.; Boyce, D. E.: CMOS Circuit Design, Layout, and Simulation. IEEE Press Series on Microelectronic Systems, 1998.7. Rabaey, J. M.; Chandrakasan, A. P.; Nikolic, B.: Digital Integrated Circuits. Prentice-Hall, 2003.8. Tietze, U.; Schenk, C.: Halbleiter Schaltungstechnik. Springer-Verlag, 2002.9. Weste, N.; Eshraghian, K.: Principles of CMOS VLSI Design; A Systems Perspective. Addison-Wesley, 1993.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundkenntnisse im Bereich Technische Informatik, analoge und digitale Schaltkreise, Programmierkenntnisse in C / C++ Basic knowledge in the field of technical informatics, analog and digital circuits, programming knowledge in C / C ++

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	11LE13MO-910_PO 2020
Veranstaltung	
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-910
Veranstalter	
Institut für Informatik Betriebssysteme Institut für Informatik Embedded Systems	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	15 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
Die Übungen bestehen aus theoretischen Aufgaben und Programmieraufgaben, um die Methoden und Konzepte der Vorlesung in praktischen Anwendungen einzusetzen. The exercises consist of theoretical assignments and programming assignments, to apply the methods and concepts from the lecture.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Embedded Systems Entrepreneurship (2ES)	11LE13MO-1403_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Oliver Amft	
Veranstalter	
Institut für Informatik Intelligente Eingebettete Systeme	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden / Hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Embedded Systems Entrepreneurship (2ES)	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	1,0	180 Stunden / Hours	
Embedded Systems Entrepreneurship (2ES)	Seminar	Wahlpflicht		1,0		
Embedded Systems Entrepreneurship (2ES)	Übung	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
* Conceptualise and design embedded sensor systems along a specific application. * Develop and demonstrate key components of embedded sensor systems, including signal and pattern analysis and recognition algorithms. * Develop a basic market analysis and business plan. * Implement an agile development process.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Presentation followed by an oral examination (10 minutes per person, total duration depends on group size)

Zu erbringende Studienleistung

Regular attendance of the course (seminar and exercise) according to §13 (2) of the General Examination Regulations for the Bachelor of Science/Master of Science, as otherwise the required group work and scientific discussion is not possible.

Further elements of the course work are the creation of demonstrators or software as well as a written elaboration/protocol.

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Microsystems Engineering (PO 2021), Concentration Circuits and Systems
- M.Sc. Mikrosystemtechnik (PO 2021), Vertiefung Schaltungen und Systeme
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (PO 2021), Concentration Circuits and Systems **OR** Elective Courses in Computer Science
- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung | Specialization Courses

Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science
resp. MSc Embedded Systems Engineering

and

Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science
resp. MSc Embedded Systems Engineering



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Embedded Systems Entrepreneurship (2ES)	11LE13MO-1403_PO 2020
Veranstaltung	
Embedded Systems Entrepreneurship (2ES)	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1403_PO 2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Intelligente Eingebettete Systeme	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden / Hours
Präsenzstudium	16 Stunden / Hours
Selbststudium	116 Stunden / Hours
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The course combines technical and business-related lectures on embedded sensor systems with a practical system development project using agile development methods. Students will organise in groups and define together with their advisor(s) goals for the technical development, market analysis, etc. Student groups can enter their projects for an award of the VDE.
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Literatur
Relevant literature will be provided during the lectures and consultations.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic pattern recognition methods; basic programming skills

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Embedded Systems Entrepreneurship (2ES)	11LE13MO-1403_PO 2020
Veranstaltung	
Embedded Systems Entrepreneurship (2ES)	
Veranstaltungsart	Nummer
Seminar	11LE13S-1403_PO 2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Intelligente Eingebettete Systeme	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Embedded Systems Entrepreneurship (2ES)	11LE13MO-1403_PO 2020
Veranstaltung	
Embedded Systems Entrepreneurship (2ES)	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1403_PO 2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Intelligente Eingebettete Systeme	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Formale Methoden für Java / Formal Methods for Java	11LE13MO-1210_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Andreas Podelski Prof. Dr. Peter Thiemann	
Veranstalter	
Institut für Informatik Softwaretechnik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Kenntnisse in Programmierung, Algorithmen und Datenstrukturen, Logik und Softwaretechnik Programming skills,knowledge of algorithms and data structures, logic and software engineering

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand
Formale Methoden für Java / Formal Methods for Java - Vorlesung	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden
Formale Methoden für Java / Formal Methods for Java - Übung	Übung	Wahlpflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The students have an overview of the different types of verification tools. They can assess what these tools can do, and use them to verify programs. Students will be able to use interactive theorem provers.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) Written exam (usually 90 to 180 minutes) (Wenn die Teilnehmerzahl sehr klein ist, kann stattdessen eine mündliche Prüfung (i.d.R. 30 oder 45 Minuten) durchgeführt werden. Die Studierenden werden rechtzeitig informiert. If number of participants is small, might be changed to oral exam (usually 30 or 45 minutes) instead. Students will be notified in good time.)
Zu erbringende Studienleistung
keine none
Bemerkung / Empfehlung
Freiwillige Teilnahme an den Übungen wird stärkstens empfohlen. Voluntary participation in the exercises is highly recommended.
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program ■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses ■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik ■ B.Sc. in Informatik (PO 2018) ■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018) ■ M.Ed. Informatik (PO 2018) ■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Formale Methoden für Java / Formal Methods for Java	11LE13MO-1210_PO 2020
Veranstaltung	
Formale Methoden für Java / Formal Methods for Java - Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1210
Veranstalter	
Institut für Informatik Softwaretechnik	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	48 Stunden
Selbststudium	116 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Recently, formal methods have been successfully used to specify and verify large software system. In this lecture we will investigate the existing methods for the language Java. The language Java was chosen because it is a mature language, with a semi-formal definition of its semantics (The Java Language Specification). However, to use mathematical reasoning, we need a precise definition of the semantics. Therefore, we will sketch the definition of an operational semantics for Java. Furthermore, we will investigate different formal methods for Java. The starting point will be the language extension JML that allows Design by Contract. This allows to add pre- and postconditions to methods and invariants to classes and loops. These assertions can be checked during runtime and this is the purpose of the JML runtime assertion checker (jml-rac). On the other hand, there are static methods, e.g., ESC/Java and Jahob, that automatically provide mathematical proofs that the Java code ensures the post-condition for each possible pre-condition. If these proofs cannot be found automatically, one can also use theorem provers that assist finding a proof manually. The lecture will present the different approaches for verification of Java code, which are applied to small practical examples in the exercise.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Kenntnisse in Programmierung, Algorithmen und Datenstrukturen, Logik und Softwaretechnik

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Formale Methoden für Java / Formal Methods for Java	11LE13MO-1210_PO 2020
Veranstaltung	
Formale Methoden für Java / Formal Methods for Java - Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1210
Veranstalter	
Institut für Informatik Softwaretechnik	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	16 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
In den Übungen lernen die Studierenden anhand von Beispielszenarien, die Prinzipien und Methoden aus den Vorlesungen anzuwenden.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Foundations of Deep Learning	11LE13MO-1145_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Frank Roman Hutter	
Veranstalter	
Institut für Informatik Maschinelles Lernen	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Knowledge of linear algebra and machine learning

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Foundations of Deep Learning	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stun-dens	
Foundations of Deep Learning	Übung	Wahlpflicht				

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Foundations of Deep Learning, as covered in the book "Deep Learning" by Goodfellow, Bengio, and Courville.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (usually 90 to 180 minutes)
If the number of participants is small, an oral examination (usually 30 or 45 minutes) may be held instead. The students will be informed in good time.
Zu erbringende Studienleistung
Exercise sheets have to be completed and handed in on a regular basis. These will be scored and awarded with points. To successfully complete the course work (Studienleistung), you need to have reached at least 50% of the overall number of achievable points for the semester.

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science

Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science
resp. MSc Embedded Systems Engineering

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- M.Ed. Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Foundations of Deep Learning	11LE13MO-1145_PO 2020
Veranstaltung	
Foundations of Deep Learning	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1145
Veranstalter	
Institut für Informatik Maschinelles Lernen	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
In this course, we will cover the Foundations of Deep Learning, primarily using the book "Deep Learning" by Goodfellow, Bengio, and Courville.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Knowledge of linear algebra and machine learning

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Foundations of Deep Learning	11LE13MO-1145_PO 2020
Veranstaltung	
Foundations of Deep Learning	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1145
Veranstalter	
Institut für Informatik Maschinelles Lernen	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Funktionale Programmierung / Functional Programming	11LE13MO-1216_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Peter Thiemann	
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Spaß am Programmieren und am Lernen und Anwenden neuer Programmierkonzepte und -sprachen. Weiterhin empfehlenswert: Einführung in die Programmierung erfolgreich absolviert Eigener Laptop
 Interest in learning and applying new programming concepts and languages. Also beneficial: Introduction to programming successfully completed Own laptop

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand	
Funktionale Programmierung / Functional Programming	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden	
Funktionale Programmierung / Functional Programming	Übung	Wahlpflicht		1,0		

Inhalte
This course conveys fundamental concepts of functional programming using the programming language Haskell

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Development of a non-procedural view on algorithms and data structures, confident handling of higher-order functions and data, knowledge and ability to apply fundamental functional programming techniques, knowledge of advanced programming concepts, ability to develop medium-size functional programs independently.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) Written exam (usually 90 to 180 minutes) (Wenn die Teilnehmerzahl < 20 ist, kann stattdessen eine mündliche Prüfung durchgeführt werden. Die Studierenden werden rechtzeitig informiert. If number of participants is < 20, might be changed to oral exam instead. Students will be notified in good time.)
Zu erbringende Studienleistung
keine none
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program ■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses ■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Informatik (PO 2018) ■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018) ■ M.Ed. Informatik (PO 2018) ■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Funktionale Programmierung / Functional Programming	11LE13MO-1216_PO 2020
Veranstaltung	
Funktionale Programmierung / Functional Programming	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1216
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache Institut für Informatik Softwaretechnik	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	39 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
<p>In diesem Kurs werden grundlegende bis fortgeschrittene Konzepte der funktionalen Programmierung anhand der Programmiersprache Haskell vermittelt.</p> <p>Behandelte Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Definition von Funktionen, Patternmatching und Funktionen höherer Ordnung ■ Typen und Typklassen ■ Algebraische Datentypen ■ Funktionale Datenstrukturen ■ Applicative Parser ■ Monaden und Monadentransformer ■ Arrows ■ Verifikation von funktionalen Programmen ■ Monadische Ein/Ausgabe und Stream Ein/Ausgabe <p> </p> <p>This course covers foundational and some advanced concepts of functional programming using the programming language Haskell. The list of topics includes</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Definition of functions, pattern matching, and higher-order functions ■ Types and type classes ■ Algebraic datatypes ■ Functional datastructures ■ I/O, monads, and monad transformers ■ Parsers and applicatives ■ Arrows ■ Verification of functional programs ■ Generic programming with algebras

Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
Grundlage für das erste Drittel der Vorlesung ist das Lehrbuch Programming in Haskell von Graham Hutton, welches auch in der TF-Bibliothek steht. Stephen Diehl's WHAT I WISH I KNEW WHEN LEARNING HASKELL The book Programming in Haskell by Graham Hutton is the basis for the first 30% of the lecture. This book is available in the TF-library. Stephen Diehl's WHAT I WISH I KNEW WHEN LEARNING HASKELL
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Spaß am Programmieren und am Lernen und Anwenden neuer Programmierkonzepte und -sprachen. Weiterhin empfehlenswert: Einführung in die Programmierung erfolgreich absolviert Eigener Laptop Interest in learning and applying new programming concepts and languages. Also beneficial: Introduction to programming successfully completed Own laptop

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Funktionale Programmierung / Functional Programming	11LE13MO-1216_PO 2020
Veranstaltung	
Funktionale Programmierung / Functional Programming	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1216
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	13 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
In den Übungen lernen die Studierenden anhand von Beispielszenarien, die Prinzipien und Methoden aus den Vorlesungen anzuwenden. In the exercises, students will learn through example scenarios to apply the principles and methods from the lectures.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Hardware Security and Trust	11LE13MO-1227_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Christoph Scholl	
Veranstalter	
Institut für Informatik Betriebssysteme	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlagenwissen zu Kryptographie und Authentifizierung, VLSI Entwurf, Test und Verifikation Basic knowledge of cryptography and authentication, VLSI design, testing and verification
Grundlagenwissen zu Technischer Informatik Basic knowledge of technical computer science

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Hardware Security and Trust	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden hours	
Hardware Security and Trust	Übung	Wahlpflicht		1,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Studierende kennen die Grundlagen in Bezug auf Kryptographie, Authentifizierung, Secret Sharing, VLSI Entwurf, Test, Zuverlässigkeit und Verifikation. Darauf aufbauend haben Sie einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung im Bereich "Hardware Security and Trust".
Sie wissen Bescheid über verschiedene potentielle Angriffstechniken und kennen Möglichkeiten, diese Gefahren abzuwehren oder zu minimieren.
Insbesondere:
Physical and invasive attacks, side-channel attacks, physically unclonable functions, hardware-based true random number generators, watermarking of Intellectual Property (IP) blocks, FPGA security, passive and

active metering for prevention of piracy, access control, hardware Trojan detection and isolation in IP cores and integrated circuits (ICs).

Students know the basics of cryptography, authentication, secret sharing, VLSI design, testing, reliability and verification. Based on this, they will have an overview of the current state of research in the field of "Hardware Security and Trust".

They know about various potential attack techniques and know how to avert or minimize these dangers.

Especially:

Physical and invasive attacks, side-channel attacks, physically unclonable functions, hardware-based true random number generators, watermarking of Intellectual Property (IP) blocks, FPGA security, passive and active metering for prevention of piracy, access control, hardware Trojan detection and isolation in IP cores and integrated circuits (ICs).

Zu erbringende Prüfungsleistung

Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) |
Written exam (usually 90 to 180 minutes)

(Wenn die Teilnehmerzahl sehr klein ist, kann stattdessen eine mündliche Prüfung durchgeführt werden.
Die Studierenden werden rechtzeitig informiert. |

If number of participants is small, might be changed to oral exam instead. Students will be notified in good time.)

Zu erbringende Studienleistung

keine | none

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science

Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik
- B.Sc. in Informatik (PO 2018)
- M.Ed. Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Hardware Security and Trust	11LE13MO-1227_PO 2020
Veranstaltung	
Hardware Security and Trust	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1227
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Betriebssysteme	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	48 Stunden
Selbststudium	116 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
<p>Die Konvergenz von IT-Systemen, Datennetzwerken und allgegenwärtigen eingebetteten Geräten in sogenannten Cyber Physical Systems hat zum Entstehen neuer Sicherheitsbedrohungen und -anforderungen im Zusammenhang mit der System-Hardware geführt. Die Manipulation von Hardware-Komponenten, die Sicherheitsfunktionen implementieren, kann die Systemintegrität beeinträchtigen, unautorisierten Zugang zu geschützten Daten ermöglichen und geistiges Eigentum (Intellectual Property) gefährden. Diese Gefährdungen zu adressieren, ist wesentlich, wenn verhindert werden soll, dass Hardware zur Schwachstelle des gesamten Systems wird. Zumindest ein Grundlagenwissen in "Hardware Security and Trust" ist wichtig für jeden Systemingenieur.</p> <p>Zu Beginn werden die (notwendigen) Grundlagen über Kryptographie, Authentifizierung, Secret Sharing, VLSI Entwurf, Test, Zuverlässigkeit und Verifikation gelegt. Dann erfolgt eine Einführung in "Hardware Security and Trust", bei der folgende Themen angesprochen werden: Physical and invasive attacks, side-channel attacks, physically unclonable functions, hardware-based true random number generators, watermarking of Intellectual Property (IP) blocks, FPGA security, passive and active metering for prevention of piracy, access control, hardware Trojan detection and isolation in IP cores and integrated circuits (ICs).</p> <p> </p> <p>The convergence of IT systems, data networks (including but not limited to the Internet) and ubiquitous embedded devices within the cyber-physical system paradigm has led to the emergence of new security threats associated with the system hardware. Manipulating the hardware components that implement security functions can compromise system integrity, provide unauthorized access to protected data, and endanger intellectual property. Addressing these vulnerabilities is essential in order to prevent the hardware from becoming the weak spot of today's systems. At least a basic knowledge of hardware security and trust issues is of importance to all system designers.</p>

Starting with (necessary) basics on cryptography, authentication, secret sharing, VLSI design, test, reliability and verification the course will provide an introduction to hardware security and trust covering the following topics: physical and invasive attacks, side-channel attacks, physically unclonable functions, hardware-based true random number generators, watermarking of Intellectual Property (IP) blocks, FPGA security, passive and active metering for prevention of piracy, access control, hardware Trojan detection and isolation in IP cores and integrated circuits (ICs).

Zu erbringende Prüfungsleistung

Siehe Modulebene |
See module level

Zu erbringende Studienleistung

Siehe Modulebene |
See module level

Literatur

Introduction to Hardware Security and Trust
Editors: Tehranipoor, Mohammad, Wang, Cliff (Eds.), Springer

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

keine | none

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Grundlagenwissen zu Kryptographie und Authentifizierung, VLSI Entwurf, Test und Verifikation |
Basic knowledge of cryptography and authentication, VLSI design, testing and verification

Grundlagenwissen zu Technischer Informatik
Basic knowledge of technical computer science



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Hardware Security and Trust	11LE13MO-1227_PO 2020
Veranstaltung	
Hardware Security and Trust	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1227
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Betriebssysteme	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	16 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
Übungen vertiefen Methoden und Algorithmen, die in der Vorlesung eingeführt wurden, anhand von praktischen Beispielen. Exercises expand on the methods and algorithms that were introduced in the lecture using practical examples.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
High-Performance Computing: Fluid Mechanics with Python	11LE50MO-5285
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Lars Pastewka	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Knowledge of a programming language (not necessarily Python, i.e. Java, C, C++, etc.)

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
High-Performance Computing: Fluid Mechanics with Python	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden	
High-Performance Computing: Fluid Mechanics with Python	Übung	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The student
<ul style="list-style-type: none"> ■ can use Python for solving numerical problems using the numpy and scipy libraries and knows strategies for writing efficient code ■ can apply the Message Passing Interface (MPI) libraries to parallelize specific numerical problems ■ can use job submission systems on parallel computers to run their Python codes.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written examination. The students have to submit a written report, describing numerical results and scaling tests obtained with their simulation code.
Zu erbringende Studienleistung
none

Verwendbarkeit des Moduls
<p>Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs</p> <ul style="list-style-type: none">■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), im Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Mikrosystemtechnik
<p>As compulsory elective module for students of the study program</p> <ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Microsystems Engineering and M.Sc. Mikrosystemtechnik■ M.Sc. Informatik / Computer Science in Spezialvorlesung Specialization Courses■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) in Microsystems Engineering Concentrations Area: Materials and Fabrication
<p>Students enrolled in the Master of Science in Sustainable Systems Engineering (2021 version of the exam-regulations) can complete this elective module in the technical concentration area <i>Sustainable Materials Engineering</i> or <i>Interdisciplinary Profile - Modules related to the Subject Area</i>.</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
High-Performance Computing: Fluid Mechanics with Python	11LE50MO-5285
Veranstaltung	
High-Performance Computing: Fluid Mechanics with Python	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-5285
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	52 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht

Inhalte
This class teaches parallel scientific computing with Python using the numpy library for fast array operations. Parallelization strategies that use the Message Passing Interface (MPI) will be presented. These technical concepts will be applied to the solution of fluid mechanical problems using the lattice Boltzmann method.
Scientific computing:
1. Efficient Python: basics, numpy arrays, numpy operations, scipy 2. Translating mathematical expressions into efficient array operations 3. The Message Passing Interface (MPI) 4. Parallelization strategies 5. Practical aspects of working with High-Performance clusters
Fluid mechanics and the Lattice Boltzmann method:
6. Phenomenology of fluid mechanics 7. Lattice gas and lattice Boltzmann 8. Boundary conditions
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Literatur
A. Scopatz, K.D. Huff, "Effective Computation in Physics" (O'Reilly 2015) W.A. Wolf-Gladrow, "Lattice-Gas Cellular Automata and Lattice Boltzmann Models" (Springer 2000)

T. Krüger, H. Kusumaatmaja, A. Kuzmin, O. Shardt, G. Silva, E.M. Viggen, "The Lattice Boltzmann Method" (Springer 2017)
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Knowledge of a programming language (not necessarily Python, i.e. Java, C, C++, etc.)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
High-Performance Computing: Fluid Mechanics with Python	11LE50MO-5285
Veranstaltung	
High-Performance Computing: Fluid Mechanics with Python	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-5285
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The students will implement their own parallel Lattice Boltzmann simulation code in the computer lab accompanying this lecture series.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Knowledge of a programming language (not necessarily Python, i.e. Java, C, C++, etc.)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
High-Performance Computing: Molecular Dynamics with C++	11LE50MO-5286 PO 2021
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Lars Pastewka	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Knowledge of a programming language (not necessarily Python, i.e. Java, C, C++, etc.)

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
High-Performance Computing: Molecular Dynamics with C++	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 hours	
High-Performance Computing: Molecular Dynamics with C++	Übung	Wahlpflicht		2,0	-	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The student
<ul style="list-style-type: none"> ■ understands the physics of interatomic bonds, potential energy landscapes and the statistical foundations of thermodynamics ■ can transfer these concepts to molecular simulations, in particular interatomic potentials, transition paths, thermostats and barostats ■ can select initial conditions and interatomic potentials, run a molecular dynamics simulation and evaluate and interpret the simulation results
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written report

Zu erbringende Studienleistung

There are exercises at regular intervals that have to be worked on and handed in. These are corrected and assessed with points. The course work is passed if 50% of the exercise sheets have been successfully completed.

Verwendbarkeit des Moduls

As compulsory elective in

- M.Sc. Microsystems Engineering (PO 2021), Concentrations Area: Materials and Fabrication
- M.Sc. Mikrosystemtechnik (PO 2021), Vertiefung Materialien und Herstellungsprozesse
- M.Sc. Informatik / Computer Science in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) in Microsystems Engineering Concentrations Area: Materials and Fabrication

- Students enrolled in the Master of Science in Sustainable Systems Engineering (2021 version of the exam regulations) can complete this elective module in the technical concentration area *Sustainable Materials Engineering*.



Name des Moduls	Nummer des Moduls
High-Performance Computing: Molecular Dynamics with C++	11LE50MO-5286 PO 2021
Veranstaltung	
High-Performance Computing: Molecular Dynamics with C++	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-5286
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 hours
Präsenzstudium	56 Stunden
Selbststudium	124 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
This lecture introduces atomic-scale simulation techniques with a focus on solid mechanics.
<ol style="list-style-type: none"> 1. Materials physics 2. Interatomic potentials 3. Molecular statics and potential energy landscapes 4. Molecular dynamics 5. Classical statistical mechanics 6. Thermostats and barostats 7. Analysis and visualization
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Literatur
Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications, Daan Frenkel and Berend Smit (Academic Press, 2001) Computer simulation of liquids, M. P. Allen and Dominic J. Tildesley (Clarendon Press, Oxford, 1996)
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Knowledge of a programming language (not necessarily Python, i.e. Java, C, C++, etc.)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
High-Performance Computing: Molecular Dynamics with C++	11LE50MO-5286 PO 2021
Veranstaltung	
High-Performance Computing: Molecular Dynamics with C++	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-5286
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Simulation	

ECTS-Punkte	
Arbeitsaufwand	-
Präsenzstudium	-
Selbststudium	-
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The students will solve problems from materials science with a widely used molecular simulation code.
Successful completion of >=50% of exercise sheets
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Knowledge of a programming language (not necessarily Python, i.e. Java, C, C++, etc.)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Information Retrieval	11LE13MO-1304_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Hannah Bast	
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen u. Datenstrukturen	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlagen zu Algorithmen und Datenstrukturen, Programmierkenntnisse (C++ / C) Fundamental knowledge about algorithms and data structures, programming skills (C++ / C)

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Suchmaschinen / Information Retrieval	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours
Suchmaschinen / Information Retrieval	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Students should be able to understand and apply the basics of information systems, especially search engines. This applies to both the algorithmic aspects (e.g. index data structures) and quality aspects (e.g. ranking of search results), as well as network communication and user interfaces (e.g. AJAX programming).
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) Written exam (usually 90 to 180 minutes)

Zu erbringende Studienleistung

Es gibt Übungsaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen. Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn mindestens 50% der Gesamtpunkte im Semester erreicht sind.

|

Exercise sheets have to be completed and handed in on a regular basis. These will be scored and awarded with points. To successfully complete the course work (Studienleistung), you need to have reached at least 50% of the overall number of achievable points for the semester.

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science

Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik
- B.Sc. in Informatik (PO 2018)
- polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)
- M.Ed. Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Information Retrieval	11LE13MO-1304_PO 2020
Veranstaltung	
Suchmaschinen / Information Retrieval	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1304
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen u. Datenstrukturen	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	30 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
<p>In dieser Vorlesung werden alle Themen behandelt, die man zur Realisierung der typischen Funktionalität eines Informationssystems / einer Suchmaschine nach dem Stand der Kunst braucht, und die nicht oder nicht in der erforderlichen Tiefe in Bachelor- oder Mastervorlesungen zum Thema Algorithmen oder Netzwerke vermittelt werden. Dazu gehören:</p> <p>Algorithmen und Datenstrukturen, z.B.: invertierter Index, Präfixsuche, fehlertolerante Suche, I/O-Effizienz.</p> <p>Qualitätsaspekte: Ranking von Suchergebnissen, Clustering, maschinelle Lernverfahren.</p> <p>Netzwerkkommunikation und Benutzerschnittstellen: Webserver, Socket-Kommunikation, AJAX-Programmierung.</p> <p> </p> <p>This course teaches all topics required to understand and implement a search engine with standard functionality according to the state of the art. Topics include: inverted index, ranking, list intersection, compression, fuzzy search, web applications, synonym search, clustering, text classification, and ontology search.</p>
Zu erbringende Prüfungsleistung
<p>Siehe Modulebene </p> <p>See module level</p>
Zu erbringende Studienleistung
<p>Siehe Modulebene </p> <p>See module level</p>
Literatur
<p>Wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.</p> <p>Ein Standardbuch das einen Großteil des Veranstaltungsinhalts abdeckt, ist "Manning, Raghavan, Schütze: Introduction to Information Retrieval" (auch online verfügbar: http://nlp.stanford.edu/IR-book).</p> <p> </p>

All materials needed for the course are provided during the course.

A standard text book covering much of the course material is “Manning, Raghavan, Schütze: Introduction to Information Retrieval”, which is also available online: <http://nlp.stanford.edu/IR-book>.

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

keine | none

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Grundlagen zu Algorithmen und Datenstrukturen, Programmierkenntnisse (C++ / C) |

Fundamental knowledge about algorithms and data structures, programming skills (C++ / C) |

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Information Retrieval	11LE13MO-1304_PO 2020
Veranstaltung	
Suchmaschinen / Information Retrieval	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1304
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen u. Datenstrukturen	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	30 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Praktische Anwendung der Methoden aus der Vorlesung Practical application of the methods from the lecture
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Introduction to data driven life sciences	11LE13MO-1335_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Rolf Backofen	
Veranstalter	
Institut für Informatik Bioinformatik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
None

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand
Introduction to data driven life sciences	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 hours
Introduction to data driven life sciences	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
In biological and medical research big data analysis is urgently needed for understanding the information that is encoded in the molecules of life. Many diseases, such as cancer, are caused by aberrations in those molecules.
Students understand the theoretical biological and bioinformatics background and know about techniques for generation and analysis of high-throughput data in life sciences.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Oral exam (usually 30 or 45 minutes)
If the number of participants is very high (> 30), a written examination may be held instead. The students will be informed in good time.

Zu erbringende Studienleistung
none
Bemerkung / Empfehlung
Solving exercise sheets is optional but highly recommended.
Verwendbarkeit des Moduls
<p>Compulsory elective module for students of the study program</p> <ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science <p>Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering</p> <p>Important note for M.Sc. Informatik / Computer Science:</p> <p>This module is available as both</p> <ul style="list-style-type: none">■ a specialization lecture in Computer Science (with a graded assessment / Prüfungsleistung)■ as a course in the application area Applied Bioinformatics (as pass/fail course / Studienleistung) (see according module in online module handbook / planner of studies) <p>Take care during the booking process, as that will define the category in which the course is considered. You can't change the category afterwards! So, you can't change it from PL to SL or vice versa.</p>
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs
<ul style="list-style-type: none">■ M.Ed. Informatik (PO 2018)■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Introduction to data driven life sciences	11LE13MO-1335_PO 2020
Veranstaltung	
Introduction to data driven life sciences	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1335
Veranstalter	
Institut für Informatik Bioinformatik	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 hours
Präsenzstudium	30 hours
Selbststudium	120 hours
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
In biological and medical research big data analysis is urgently needed for understandig the information that is encoded in the molecules of life. Many diseases, such as cancer, are caused by aberrations in those molecules. In this lecture you will learn the theoretical biological and bioinformatics background and techniques for generation and analysis of high-throughput data in life sciences.
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
None
Bemerkung / Empfehlung
<p>Important note for M.Sc. Computer Science:</p> <p>This module is available as both</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ a specialization lecture in Computer Science (with a graded assessment / Prüfungsleistung) ■ as a course in the application area Applied Bioinformatics (as pass/fail course / Studienleistung) <p>Take care during the booking process, as that will define the category in which the course is considered. You can't change the category afterwards! So, you can't change it from PL to SL or vice versa.</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Introduction to data driven life sciences	11LE13MO-1335_PO 2020
Veranstaltung	
Introduction to data driven life sciences	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1335
Veranstalter	
Institut für Informatik Bioinformatik	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	30 hours
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
To apply the gained knowledge from the lecture, exercises to various topics of high-throughput data analysis are offered. Moreover, we will get to know the workflowmanagement framework Galaxy which is an open source tool for life science data analysis.
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Introduction to Mobile Robotics	11LE13MO-1115_PO 2020
Verantwortliche/r	
Dr. Tim Welschehold	
Veranstalter	
Institut für Informatik Autonome intelligente Systeme	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Vorausgesetzt: Grundlegende Kenntnisse in Algorithmen, Programmierkenntnisse Von Vorteil: Grundlagen im Bereich Künstliche Intelligenz, grundlegende, einfache molekularbiologische Kenntnisse Required: Basic knowledge of algorithms, programming skills Advantageous: Basic knowledge about Artificial Intelligence, basic, simple knowledge of molecular biology

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand
Introduction to Mobile Robotics	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden hours
Introduction to Mobile Robotics	Übung	Wahlpflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The goal of this course is to understand the basic principles of mobile robotics. They include different types of drives and sensors for mobile robots including their characteristics, the recursive Bayes filter, the Kalman filter, the particle filter, and the discrete filter. In addition, successful participants will understand the principles of probabilistic localization, mapping, simultaneous localization and mapping as well as path planning, collision avoidance, sensor interpretation, and exploration.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) Written exam (usually 90 to 180 minutes) Wenn die Teilnehmerzahl sehr klein ist, kann stattdessen eine mündliche Prüfung durchgeführt werden. Die Studierenden werden rechtzeitig informiert. If number of participants is small, might be changed to oral exam instead. Students will be notified in good time.
Zu erbringende Studienleistung
keine none
Bemerkung / Empfehlung
Solving the exercise sheets is recommended but not mandatory
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program ■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses ■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik ■ B.Sc. in Informatik (PO 2018) ■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018) ■ M.Ed. Informatik (PO 2018) ■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Introduction to Mobile Robotics	11LE13MO-1115_PO 2020
Veranstaltung	
Introduction to Mobile Robotics	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1115
Veranstalter	
Institut für Informatik Autonome intelligente Systeme	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	39 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
This course will introduce basic concepts and techniques used within the field of mobile robotics. We analyze the fundamental challenges for autonomous intelligent systems and present the state of the art solutions. Among other topics, we will discuss:
<ul style="list-style-type: none"> ■ Kinematics ■ Sensors ■ Vehicle localization ■ Map building ■ SLAM ■ Path planning
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> ■ Thrun, Burgard, Fox: "Probabilistic Robotics", MIT Press, 2005
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Von Vorteil bzw. vorausgesetzt sind
<ul style="list-style-type: none"> ■ Grundlegende, einfache molekularbiologische Kenntnisse

- Grundlegende Kenntnisse in Algorithmen, wie aus Informatik Grundstudium/Bachelor

| Advantageous or required

- Basic, simple knowledge of molecular biology
- Basic knowledge of algorithms, such as from computer science undergraduate / bachelor's degree

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Introduction to Mobile Robotics	11LE13MO-1115_PO 2020
Veranstaltung	
Introduction to Mobile Robotics	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1115
Veranstalter	
Institut für Informatik Autonome intelligente Systeme	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	13 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
In the exercises, students will learn the practical application of principles and methods from the lectures. Each exercise session consists of two parts: a short recap of the lecture and the discussion of the exercise sheets.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Maschinelles Lernen in den Lebenswissenschaften / Machine Learning in Life Science	11LE13MO-1112_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Rolf Backofen	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Knowledge in Machine Learning and Bioinformatics, basic knowledge in Molecular biology

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Maschinelles Lernen in den Lebenswissenschaften / Machine Learning in Life Science	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours	
Maschinelles Lernen in den Lebenswissenschaften / Machine Learning in Life Science	Übung	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Students learn to consider machine learning applications in life sciences from different perspectives. They understand the biological point of view in regards to problems in the domains of genomics, proteomics, systems biology and biological literature information mining. They also have an understanding of different questions from the machine learning point of view, such as underlying assumptions in predictive models, the quality assessment problem, the design choices for supervised and unsupervised models.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) Written exam (usually 90 to 180 minutes)
Wenn die Teilnehmerzahl gering ist (< 20), kann stattdessen eine mündliche Prüfung durchgeführt werden. Die Studierenden werden rechtzeitig informiert. If the number of participants is small (< 20), an oral examination may be held instead. The students will be informed in good time.
Zu erbringende Studienleistung
keine none
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program ■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses ■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science Students of the M.Sc. programmes Microsystems Engg. and Mikrosystemtechnik (PO 2021) can select this module in the concentration area Biomedical Engineering (Biomedizinische Technik).

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Maschinelles Lernen in den Lebenswissenschaften / Machine Learning in Life Science	11LE13MO-1112_PO 2020
Veranstaltung	
Maschinelles Lernen in den Lebenswissenschaften / Machine Learning in Life Science	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1112
Veranstalter	
Institut für Informatik Bioinformatik	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	30 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The course will maintain a double perspective: from the biological point of view we consider problems in the domains of genomics, proteomics, systems biology and biological literature information mining; from the machine learning point of view, we consider questions such as the underlying assumptions in predictive models, the quality assessment problem, the design choices for supervised and unsupervised models.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
<p>The course material is based on influential publications both in the Machine Learning and/or Bioinformatics literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ P Baldi, S Brunak, Y Chauvin, C.A.F Andersen, H Nielsen, Assessing the accuracy of prediction algorithms for classification: an overview, <i>Bioinformatics</i> 2000 ■ T Fawcett, An introduction to ROC analysis, <i>Pattern Recognition Letters</i> 2006 ■ T Dietterich, Approximate statistical tests for comparing supervised classification learning algorithms, <i>Neural Computation</i> 1998 ■ D Jiang, C Tang, A Zhang, Cluster analysis for gene expression data: A survey, <i>IEEE transactions on knowledge and data engineering</i> 2004 ■ S.C Madeira, A.L Oliveira, Bioclustering algorithms for biological data analysis: a survey, <i>IEEE Transactions on computational Biology and Bioinformatics</i> 2004 ■ A Krause, J Stoye, Large scale hierarchical clustering of protein sequences, <i>BMC bioinformatics</i> 2005

- P Baldi, G Pollastri, The principled design of large-scale recursive neural network architectures-dag-rnns and the protein structure prediction problem, The Journal of Machine Learning Research 2003
- C Leslie, E Eskin, W Noble, The spectrum kernel: A string kernel for SVM protein classification,Pacific Symposium on Biocomputing 2002
- X.W. Chen, Prediction of protein-protein interactions using random decision forest framework, Bioinformatics 2005

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

none

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Knowledge in Machine Learning and Bioinformatics, basic knowledge in Molecular biology

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Maschinelles Lernen in den Lebenswissenschaften / Machine Learning in Life Science	11LE13MO-1112_PO 2020
Veranstaltung	
Maschinelles Lernen in den Lebenswissenschaften / Machine Learning in Life Science	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1112
Veranstalter	
Institut für Informatik Bioinformatik	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	30 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
In the exercises, students will learn through example scenarios to apply the principles and methods from the lectures.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Modellbildung und Systemidentifikation	11LE50MO-2080_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Moritz Diehl	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
fundamental knowledge in higher mathematics

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Modellbildung und Systemidentifikation / Modelling and System Identification	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 hours	
Modellbildung und Systemidentifikation / Modelling and System Identification	Übung	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Aim of the module is to enable the students to create and identify models that help to describe and predict the behaviour of dynamic systems. In particular, students shall become able to use input-output measurement data in form of time series to identify unknown system parameters and to assess the validity and accuracy of the obtained models.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (180 minutes)

Zu erbringende Studienleistung

The course work is successfully completed if both of the following criteria are met:

- 1) Passing the exercise: For each exercise sheet, the achieved points are determined in percentage points with respect to the maximum score of the respective exercise sheet. The two exercise sheets with the lowest percentage points achieved will not be included in the assessment. The exercise is considered passed if the average of the achieved percentage points in the remaining exercise sheets is at least 50 percentage points.
- 2) Passing the micro-examinations: For each micro-examination, the points achieved are determined in percentage points with respect to the maximum number of points. The micro-exam in which the fewest percentage points were obtained will not be included in the evaluation. The microclauses are considered passed if the average of the percentage points achieved in the remaining microclauses is at least 50 percentage points.

Verwendbarkeit des Moduls

As compulsory elective in

- M.Sc. Informatik / Computer Science in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) in Advanced Microsystems Engineering
- M.Sc. Microsystems Engineering (PO 2021) in Advanced Microsystems
- M.Sc. Mikrosystemtechnik (PO 2021), Vertiefung Schaltungen und Systeme

Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- M.Ed. Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Modellbildung und Systemidentifikation	11LE50MO-2080_PO 2020
Veranstaltung	
Modellbildung und Systemidentifikation / Modelling and System Identification	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-2080
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 hours
Präsenzstudium	60 hours
Selbststudium	120 hours
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Linear and Nonlinear Least Squares, Maximum Likelihood and Bayesian Estimation, Cramer-Rao-Inequality, Recursive Estimation, Dynamic System Model Classes (Linear and Nonlinear, Continuous and Discrete Time, State Space and Input Output, White Box and Black Box Models), Application of identification methods to several case studies. The lecture course will also review necessary concepts from the three fields Statistics, Optimization, and Systems Theory, where needed.
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Literatur
1. Lecture manuscript 2. Ljung, L. (1999). System Identification: Theory for the User. Prentice Hall 3. Lecture manuscript "System Identification" by J
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Undergraduate knowledge in analysis, algebra, differential equations as well as in systems theory and feedback control.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Modellbildung und Systemidentifikation	11LE50MO-2080_PO 2020
Veranstaltung	
Modellbildung und Systemidentifikation / Modelling and System Identification	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-2080
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The exercises accompany the lecture content and are mostly computer exercises and case studies.
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
none

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Netzwerkalgorithmen / Network Algorithms	11LE13MO-1313_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Fabian Kuhn	
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen und Komplexität	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic knowledge in algorithm design/analysis, mathematical maturity (in particular, we use some graph theory and probability theory)

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Netzwerkalgorithmen / Network Algorithms - Vorlesung	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden hours	
Netzwerkalgorithmen / Network Algorithms - Übung	Übung	Wahlpflicht		1,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Networks and distributed computing are essential in modern computing and information systems. The objective of the course is to learn fundamental principles and mathematical/algorithmic techniques underlying the design of distributed algorithms for solving tasks in networks and distributed systems.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) Written exam (usually 90 to 180 minutes) (Wenn die Teilnehmerzahl sehr klein ist, kann stattdessen eine mündliche Prüfung durchgeführt werden. Die Studierenden werden rechtzeitig informiert. If number of participants is small, might be changed to oral exam instead. Students will be notified in good time.)
Zu erbringende Studienleistung
keine none
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program ■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses ■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik ■ B.Sc. in Informatik (PO 2018) ■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018) ■ M.Ed. Informatik (PO 2018) ■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Netzwerkalgorithmen / Network Algorithms	11LE13MO-1313_PO 2020
Veranstaltung	
Netzwerkalgorithmen / Network Algorithms - Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1313
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen und Komplexität	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	39 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The topics are taught by going through many key example problems. Particular topics that are covered include: communication, coordination, fault-tolerance, locality, parallelism, self-organization, symmetry breaking, synchronization, uncertainty
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic knowledge in algorithm design/analysis, mathematical maturity (in particular, we use some graph theory and probability theory)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Netzwerkalgorithmen / Network Algorithms	11LE13MO-1313_PO 2020
Veranstaltung	
Netzwerkalgorithmen / Network Algorithms - Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1313
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen und Komplexität	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	13 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Numerical Optimal Control in Science and Engineering	11LE50MO-5249_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Moritz Diehl	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Mathematics 1 and 2 for Engineers or basic Linear Algebra and Calculus courses. Numerical Optimization (NUMOPT), Modelling and System Identification (MSI), Systems and Control Bachelor or Master lectures.

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Numerical Optimal Control in Science and Engineering	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	6,0	180 hours	
Numerical Optimal Control in Science and Engineering	Übung	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The students can formulate optimal control problems and implement and analyze several numerical methods for solving them.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (180 minutes)
Zu erbringende Studienleistung
The course work is completed if students pass the mid-term online quiz.

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Microsystems Engineering (PO 2021), Concentration Circuits and Systems
- M.Sc. Mikrosystemtechnik (PO 2021), Vertiefung Schaltungen und Systeme
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (PO 2021), Concentration Circuits and Systems

Part of the specialization Cyber-Physical Systems in Master of Science Informatik/Computer Science bzw. MSc Embedded Systems Engineering

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- M.Ed. Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Numerical Optimal Control in Science and Engineering	11LE50MO-5249_PO 2020
Veranstaltung	
Numerical Optimal Control in Science and Engineering	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-5249
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 hours
Präsenzstudium	78 hours
Selbststudium	102 hours
Semesterwochenstunden (SWS)	6,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> ■ Introduction: Dynamic Systems and Optimization ■ Rehearsal of Numerical Optimization ■ Rehearsal of Parameter Estimation ■ Discrete Time Optimal Control ■ Dynamic Programming ■ Continuous Time Optimal Control ■ Numerical Simulation Methods ■ Hamilton-Jacobi-Bellmann Equation ■ Pontryagin and the Indirect Approach ■ Direct Optimal Control ■ Differential Algebraic Equations ■ Periodic Optimal Control ■ Real-Time Optimization for Model Predictive Control
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Literatur
<ol style="list-style-type: none"> 1. Manuscript "Numerical Optimal Control" by M. Diehl and S. Gros 2. Biegler, L.T., Nonlinear Programming, SIAM, 2010
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Mathematics 1 and 2 for Engineers or basic Linear Algebra and Calculus courses. Numerical Optimization (NUMOPT), Modelling and System Identification (MSI), Systems and Control Bachelor or Master lectures.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Numerical Optimal Control in Science and Engineering	11LE50MO-5249_PO 2020
Veranstaltung	
Numerical Optimal Control in Science and Engineering	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-5249
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
In the tutorial, the contents of the lecture will be deepened by means of theoretical examples and computer exercises.
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Mathematics 1 and 2 for Engineers or basic Linear Algebra and Calculus courses. Numerical Optimization (NUMOPT), Modelling and System Identification (MSI), Systems and Control Bachelor or Master lectures.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Numerical Optimization	11LE50MO-5243_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Moritz Diehl	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Mathematics 1 and 2 for Engineers or basic Linear Algebra and Calculus courses

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Numerische Optimierung / Numerical Optimization	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	4,0	180 hours	
Numerische Optimierung / Numerical Optimization	Übung	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The students know different types of optimization problems and can discuss their theoretical background and implement and analyze numerical methods for solving them.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (180 minutes)
Zu erbringende Studienleistung
The course work is completed if students pass the mid-term online quiz.

Verwendbarkeit des Moduls

As compulsory elective in

- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) in Microsystems Engineering Concentrations Area: Circuits and Systems
- M.Sc. Microsystems Engineering in Microsystems Engineering Concentrations Area: Circuits and Systems
- M.Sc. Informatik / Computer Science in Spezialvorlesung | Specialization Courses

Part of the specialization Cyber-Physical Systems in Master of Science Informatik/Computer Science bzw. MSc Embedded Systems Engineering

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- M.Ed. Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Numerical Optimization	11LE50MO-5243_PO 2020
Veranstaltung	
Numerische Optimierung / Numerical Optimization	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-5243
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 hours
Präsenzstudium	90 hours
Selbststudium	90 hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The course is divided into four major parts:
1. Fundamental Concepts of Optimization: Definitions, Types, Convexity, Duality
2. Unconstrained Optimization and Newton Type Algorithms: Stability of Solutions, Gradient and Conjugate Gradient, Exact Newton, Quasi-Newton, BFGS and Limited Memory BFGS, and Gauss-Newton, Line Search and Trust Region Methods, Algorithmic Differentiation
3. Equality Constrained Optimization Algorithms: Newton Lagrange and Generalized Gauss-Newton, Range and Null Space Methods, Quasi-Newton and Adjoint Based Inexact Newton Methods
4. Inequality Constrained Optimization Algorithms: Karush-Kuhn-Tucker Conditions, Linear and Quadratic Programming, Active Set Methods, Interior Point Methods, Sequential Quadratic and Convex Programming, Quadratic and Nonlinear Parametric Optimization
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Literatur
1. Jorge Nocedal and Stephen J. Wright, Numerical Optimization, Springer, 2006
2. Amir Beck, Introduction to Nonlinear Optimization, MOS-SIAM Optimization, 2014
3. Stephen Boyd and Lieven Vandenberghe, Convex Optimization, Cambridge Univ. Press, 2004
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Mathematics 1 and 2 for Engineers or basic Linear Algebra and Calculus courses



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Numerical Optimization	11LE50MO-5243_PO 2020
Veranstaltung	
Numerische Optimierung / Numerical Optimization	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-5243
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
In der Übung werden die Inhalte der Vorlesung anhand theoretischer Beispielaufgaben sowie mit Rechnerübungen vertieft.
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Mathematics 1 and 2 for Engineers or basic Linear Algebra and Calculus courses

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Programm Verifikation in Isabelle/HOL	11LE13MO-1156_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Armin Biere	
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	4
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Familiarity with a typed functional programming (Haskell, OCaml, Standard ML, ...) is highly recommended. This course assumes that you know how to prove simple theorems, in particular with inductions.

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Programm Verifikation in Isabelle/HOL	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden
Programm Verifikation in Isabelle/HOL	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The student knows how write proofs in the proof assistant Isabelle/HOL and verify programs and data structures. In particular, they are familiar with the concept of induction, inductive predicates, program refinement, and program generation.
Zu erbringende Prüfungsleistung
mündliche Prüfung (i.d.R. 30 oder 45 Minuten) Oral exam (usually 30 or 45 minutes)
Zu erbringende Studienleistung
Durchführen der als Aufgaben gestellten Versuche Performing the experiments set as tasks

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science

Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science
resp. MSc Embedded Systems Engineering

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Informatik (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Programm Verifikation in Isabelle/HOL	11LE13MO-1156_PO 2020
Veranstaltung	
Programm Verifikation in Isabelle/HOL	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1156_PO 2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	32 Stunden
Selbststudium	116 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
This course is divided in two parts. In the first one, you will learn to use the proof assistant Isabelle/HOL and how to convince the system that your proof is correct.
In the second part, you will work on verifying programs in Isabelle/HOL and exporting them such that you can also execute them outside of the proof assistant.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
The part of the lecture that focuses on Isabelle can be nicely completed by reading the first part of "Concrete Semantics in Isabelle/HOL" book by Nipkow and Klein (http://concrete-semantics.org/ , PDF available).
The second part of lecture focuses on program verification. It will draw some inspiration from the "Functional Algorithms Verified" book (https://functional-algorithms-verified.org/ , PDF available) that focuses on data structures and their performance, but it will also focus on the production of imperative code (a tutorial can be found at https://www21.in.tum.de/~lammich/isabelle_llvm/).
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
none

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Familiarity with a typed functional programming (Haskell, OCaml, Standard ML, ...) is highly recommended. This course assumes that you know how to prove simple theorems, in particular with inductions.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Programm Verifikation in Isabelle/HOL	11LE13MO-1156_PO 2020
Veranstaltung	
Programm Verifikation in Isabelle/HOL	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1156_PO 2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur	

ECTS-Punkte	
Selbststudium	32 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Quantitative Verifikation / Quantitative Verification	11LE13MO-1346_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Armin Biere Prof. Dr. Ralf Wimmer	
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Mathematikkenntnisse im Bereich Analysis und Differentialgleichungen, formale Beweismethoden, Wahrscheinlichkeiten
Knowledge of mathematics in the field of analysis and differential equations, formal proof methods, probabilities

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Quantitative Verifikation / Quantitative Verification	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden hours
Quantitative Verifikation / Quantitative Verification	Übung	Wahlpflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden in der Veranstaltung "Quantitative Verification" sind in der Lage, Modelle und Algorithmen zu entwickeln, die es erlauben, Sicherheitseigenschaften quantitativ zu untersuchen und Kostenmaße zu berechnen ("Wie lange dauert es im Mittel, bis die Nachricht angekommen ist?").
Die Studierenden kennen die wichtigsten Modelle zur quantitativen Evaluation von Systemen. Sie können effiziente Algorithmen anwenden, um Eigenschaften wie Ausfallwahrscheinlichkeiten, mittlerer Durchsatz,

erwartete Kosten bis zum Erreichen eines Ziels oder erwartete Langzeitkosten zu bestimmen. Sie sind in der Lage, aktuelle Arbeiten aus dem Bereich "Probabilistic Model Checking" zu verstehen.

|
The students in "Quantitative Verification" are able to develop models and algorithms that allow to quantitatively investigate security properties and to calculate cost measures ("How long does it take on average for the message to arrive?").

The students know the most important models for the quantitative evaluation of systems. You can use efficient algorithms to calculate properties such as failure probability, average throughput and expected costs. Determine achievement of a goal or expected long-term costs. You will be able to understand current work in the field of "Probabilistic Model Checking".

Zu erbringende Prüfungsleistung

Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) |
Written exam (usually 90 to 180 minutes)

(Wenn die Teilnehmerzahl sehr klein ist, kann stattdessen eine mündliche Prüfung durchgeführt werden.
Die Studierenden werden rechtzeitig informiert.)

If number of participants is small, might be changed to oral exam instead. Students will be notified in good time.)

Zu erbringende Studienleistung

keine | none

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science

Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik
- B.Sc. in Informatik (PO 2018)
- polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)
- M.Ed. Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Quantitative Verifikation / Quantitative Verification	11LE13MO-1346_PO 2020
Veranstaltung	
Quantitative Verifikation / Quantitative Verification	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1346
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	39 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	deutsch

Inhalte
Die Studierenden lernen die wichtigsten Modellklassen zur quantitativen Evaluation von Systemen kennen: * Markow-Ketten mit diskreter und kontinuierlicher Zeit * Markow-Entscheidungsprozesse * Markow-Automaten Wir behandeln Algorithmen zur Berechnung diverser Eigenschaften wie Erreichbarkeitswahrscheinlichkeiten, erwartete Kosten, PCTL- und LTL-Eigenschaften sowie zur Bestimmung des Langzeitverhaltens der Systeme (z.B. Verfügbarkeit, erwartete Kosten auf lange Sicht etc.).
 Students get to know the most important model classes for the quantitative evaluation of systems: * Markov chains with discrete and continuous time * Markov decision-making processes * Markov automata We deal with algorithms for calculating various properties such as availability probabilities, expected costs, PCTL and LTL properties as well as for determining the long-term behavior of the systems (e.g. availability, expected costs in the long term, etc.).
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level

Literatur
Christel Baier, Joost-Pieter Katoen: "Principles of Model Checking", MIT Press 2008
Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben. Further literature will be announced in the lecture.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Mathematikkenntnisse im Bereich Analysis und Differentialgleichungen, formale Beweismethoden, Wahrscheinlichkeiten Knowledge of mathematics in the field of analysis and differential equations, formal proof methods, probabilities

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Quantitative Verifikation / Quantitative Verification	11LE13MO-1346_PO 2020
Veranstaltung	
Quantitative Verifikation / Quantitative Verification	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1346
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	13 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	deutsch

Inhalte
In den Übungen sollen die Vorlesungsinhalte vertieft und auf verschiedene Beispiele angewendet werden.
In the exercises, the lecture content should be deepened and applied to various examples.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Reinforcement Learning	11LE13MO-1141_PO 2020
Verantwortliche/r	
JProf. Dr. Joschka Bödecker	
Veranstalter	
Institut für Informatik Neurorobotik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlagenkenntnisse in praktischer und angewandter Informatik, Algorithmen und Datenstrukturen, Programmierkenntnisse Grundlagenwissen zu Künstlicher Intelligenz und Machine Learning Basic knowledge of practical and applied computer science, algorithms and data structures, programming skills Basic knowledge of artificial intelligence and machine learning

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Reinforcement Learning	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden hours	
Reinforcement Learning	Übung	Wahlpflicht		1,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
<ul style="list-style-type: none"> ■ Verständnis der grundlegenden Konzepte des optimierenden Lernes ■ Fähigkeit des Denkens auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen ■ Kenntnis in exemplarischen Umsetzungen von Lernalgorithmen ■ Fähigkeit zum selbständigen Erkennen von Zusammenhängen der vorgestellten Konzepte ■ Kenntnisse in der praktischen Anwendung <ul style="list-style-type: none"> ■ Understanding the basic concepts of optimizing learning

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">■ Ability to think on different levels of abstraction■ Knowledge of exemplary implementations of learning algorithms■ Ability to independently recognize connections between the presented concepts■ Knowledge of practical application |
|--|

Zu erbringende Prüfungsleistung
--

mündliche Prüfung (i.d.R. 30 oder 45 Minuten) Oral exam (usually 30 or 45 minutes)

(Wenn die Teilnehmerzahl sehr groß ist, kann stattdessen eine schriftliche Prüfung (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) durchgeführt werden. Die Studierenden werden rechtzeitig informiert. If number of participants is very high, might be exceptionally changed to written examination (usually 90 to 180 minutes) instead. Students will be notified in good time.)
--

Zu erbringende Studienleistung

keine none

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program
--

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science |
|---|

Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering
--

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs
--

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)■ M.Ed. Informatik (PO 2018)■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021) |
|---|

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Reinforcement Learning	11LE13MO-1141_PO 2020
Veranstaltung	
Reinforcement Learning	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1141
Veranstalter	
Institut für Informatik Neurorobotik	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	45 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The lecture deals with methods of Reinforcement Learning that constitute an important class of machine learning algorithms. Starting with the formalization of problems as Markov decision processes, a variety of Reinforcement Learning methods are introduced and discussed in-depth. The connection to practice-oriented problems is established by basing the lecture on many examples.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
Sutton, Barton: Reinforcement Learning – An Introduction. Bertsimas: Neuron Dynamic Programming.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlagenkenntnisse in praktischer und angewandter Informatik, Algorithmen und Datenstrukturen, Programmierkenntnisse Grundlagenwissen zu Künstlicher Intelligenz und Machine Learning Basic knowledge of practical and applied computer science, algorithms and data structures, programming skills

Basic knowledge of artificial intelligence and machine learning



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Reinforcement Learning	11LE13MO-1141_PO 2020
Veranstaltung	
Reinforcement Learning	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1141
Veranstalter	
Institut für Informatik Neurorobotik	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	15 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
In the exercises, students will learn through example scenarios to apply the principles and methods from the lectures.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
RNA Bioinformatik / RNA Bioinformatics	11LE13MO-1318_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Rolf Backofen	
Veranstalter	
Institut für Informatik Bioinformatik	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Fundamental understanding of RNA sequence/structure analysis Knowledge about principle methods used in Bioinformatics

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand
RNA Bioinformatik / RNA Bioinformatics	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours
RNA Bioinformatik / RNA Bioinformatics	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
<p>The goal of this module is to get a deeper understanding of the essential algorithms and methods for RNA sequence/structure analysis going beyond the topics covered in Bioinformatics 1 and 2.</p> <p>Students will learn about fundamental algorithms and methods for sequence and structure analysis of the biological macromolecule RNA.</p> <p>Students will be able to predict optimal RNA secondary structure and to explain the methods. At the end of the course, they can use probabilistic analysis of structure by partition function approaches, and thus compute base pair probabilities. Furthermore, participants will be able to compare and align RNAs according to their sequence and structural information. This will be possible using techniques for the alignment of folded RNA as well as for the simultaneous operations of alignment and folding. As special topics, students will be able to explain fundamental concepts of and methods for RNA-RNA-interaction prediction, as well as the algorithmic treatment of pseudoknots.</p>

Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) Written exam (usually 90 to 180 minutes)
(Wenn die Teilnehmerzahl gering ist, kann stattdessen eine mündliche Prüfung durchgeführt werden. Die Studierenden werden rechtzeitig informiert.) (If number of participants is small, might be changed to oral exam instead. Students will be notified in good time.)
Zu erbringende Studienleistung
keine none
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program <ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs <ul style="list-style-type: none">■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)■ M.Ed. Informatik (PO 2018)■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
RNA Bioinformatik / RNA Bioinformatics	11LE13MO-1318_PO 2020
Veranstaltung	
RNA Bioinformatik / RNA Bioinformatics	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1318
Veranstalter	
Institut für Informatik Bioinformatik	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	26 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
<p>Introduction</p> <p>Structure prediction</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Nussinov algorithm ■ Zuker algorithm ■ McCaskill algorithm <p>Comparative RNA analysis:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Plan A: first align, then fold ■ Plan C: first fold, then align ■ Plan B: simultaneous alignment and folding <p>Overview of RNA related tasks and algorithms</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ RNA-RNA interactions ■ Pseudoknot prediction - Eddy algorithm ■ Binding sites of RNA-binding proteins
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level

Literatur
<ul style="list-style-type: none">■ Clote, Backofen: Computational Molecular Biologie, An Introduction. Wiley & Sons. ISBN-10: 0471872520 ISBN-13: 978-0471872528■ Durbin et al. Biological Sequence Analysis. Cambridge University Press. ISBN-10: 0521629713 ISBN-13: 978-0521629713
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Fundamental understanding of RNA sequence/structure analysis Knowledge about principle methods used in Bioinformatics

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
RNA Bioinformatik / RNA Bioinformatics	11LE13MO-1318_PO 2020
Veranstaltung	
RNA Bioinformatik / RNA Bioinformatics	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1318
Veranstalter	
Institut für Informatik Bioinformatik	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	26 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
In the exercises, students will learn through example scenarios to apply the principles and methods from the lectures.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Robot Mapping	11LE13MO-1116_PO 2020
Verantwortliche/r	
Dr. Tim Welschehold	
Veranstalter	
Institut für Informatik Autonome intelligente Systeme	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
It can advantageous to have attended "Introduction to Mobile Robotics"

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand
Roboter-Kartierung / Robot Mapping	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden hours
Roboter-Kartierung / Robot Mapping	Übung	Wahlpflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The students should be able to understand, characterize, and implement different approaches to robot mapping and the simultaneous localization and mapping problem. This includes parametric and non-parametric filters, optimization-based approaches as well as techniques for addressing data association problems. The students will get practical experience with mapping systems and implement the basic methods.

Zu erbringende Prüfungsleistung
mündliche Prüfung (i.d.R. 30 oder 45 Minuten) Oral exam (usually 30 or 45 minutes)
(Wenn die Teilnehmerzahl sehr groß ist, kann stattdessen eine schriftliche Prüfung durchgeführt werden. Die Studierenden werden rechtzeitig informiert. If number of participants is very high, might be exceptionally changed to written examination instead. Students will be notified in good time.)
Zu erbringende Studienleistung
keine none
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program <ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science <p>Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering</p> <p>Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs</p> <ul style="list-style-type: none">■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)■ M.Ed. Informatik (PO 2018)■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Robot Mapping	11LE13MO-1116_PO 2020
Veranstaltung	
Roboter-Kartierung / Robot Mapping	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1116
Veranstalter	
Institut für Informatik Autonome intelligente Systeme	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	45 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The lecture will cover different topics and techniques in the context of environment modeling with mobile robots. This includes techniques such as the family of Kalman filters, information filters, particle filters, graph-based approaches, least-squares error minimization, techniques for place recognition and appearance-based mapping, data association as well as information-driven approaches for observation processing.
The exercises and homework assignments will also cover practical hands-on experience with mapping techniques, as basic implementations will be part of the homework assignments.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> ■ Thrun et al., Probabilistic Robotics, MIT Press, 2005 ■ Springer Handbook on Robotics, Chapter on Simultaneous Localization and Mapping ■ Grisetti et al., A Tutorial on Graph-based SLAM, 2009 ■ Cummins and Newman, Highly Scalable Appearance-Only SLAM, 2009.
Further material will be available via the course website
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

It can advantageous to have attended “Introduction to Mobile Robotics”



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Robot Mapping	11LE13MO-1116_PO 2020
Veranstaltung	
Roboter-Kartierung / Robot Mapping	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1116
Veranstalter	
Institut für Informatik Autonome intelligente Systeme	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	15 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The exercises and homework assignments will also cover practical hands-on experience with mapping techniques, as basic implementations will be part of the homework assignments.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
SAT Solving	11LE13MO-1155_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Armin Biere	
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
none

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
SAT Solving	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden hours	
SAT Solving	Übung	Wahlpflicht		1,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Proficiency in applying and developing state-of-the-art algorithms for solving propositional satisfiability problems (SAT).
Zu erbringende Prüfungsleistung
mündliche Prüfung (i.d.R. 30 oder 45 Minuten) Oral exam (usually 30 or 45 minutes)
Zu erbringende Studienleistung
keine none

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science

Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science
resp. MSc Embedded Systems Engineering

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik
- B.Sc. in Informatik (PO 2018)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
SAT Solving	11LE13MO-1155_PO 2020
Veranstaltung	
SAT Solving	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1155
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	41 Stunden hours
Selbststudium	126 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
- Encoding: NNF, Tseitin, AIGs, cardinality constrains encoding, bit-blasting.
- Preprocessing: DP, BVE, BVA, blocked clauses, autarkies, Stalmarck, Recursive Learning, clause redundancy, probing.
- Solving: DPLL, CDCL, learning, implication graph, failed literals, UIP, clause minimization, restarts, clause reduction.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
none

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
SAT Solving	11LE13MO-1155_PO 2020
Veranstaltung	
SAT Solving	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1155

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	13 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Simulation in Computer Graphics	11LE13MO-1113_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr.-Ing. Matthias Teschner	
Veranstalter	
Institut für Informatik Graphische Datenverarbeitung	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
<ul style="list-style-type: none"> ■ Programming Skills ■ Knowledge in Algorithms and Data Structures, Linear Algebra and Analysis

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand	
Simulation in der Computergraphik / Simulation in Computer Graphics	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours	
Simulation in der Computergraphik / Simulation in Computer Graphics	Übung	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The module offers insights into physically-based animation techniques. Various models, numerical techniques, data structures and algorithms for rigid or deformable solids and for fluids are covered. The students learn a variety of relevant techniques. They also learn how to combine, e.g., fluids and solids in animation frameworks.

Zu erbringende Prüfungsleistung
mündliche Prüfung (i.d.R. 30 oder 45 Minuten) Oral exam (usually 30 or 45 minutes)
(Wenn die Teilnehmerzahl groß ist, kann stattdessen eine schriftliche Prüfung durchgeführt werden. Die Studierenden werden rechtzeitig informiert. If number of participants is high, might be exceptionally changed to written examination instead. Students will be notified in good time.)
Zu erbringende Studienleistung
keine none
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program <ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science <p>Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering</p> <p>Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs</p> <ul style="list-style-type: none">■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)■ M.Ed. Informatik (PO 2018)■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Simulation in Computer Graphics	11LE13MO-1113_PO 2020
Veranstaltung	
Simulation in der Computergraphik / Simulation in Computer Graphics	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1113
Veranstalter	
Institut für Informatik Graphische Datenverarbeitung	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	30 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The course addresses high-performance approaches for the particle-based simulation of fluids, elastic solids, rigid bodies and their interactions. The course introduces relevant concepts with a strong focus on high-performance implementations. The introduced concepts are used in interactive games and in the entertainment industry in general, but also for large-scale simulations in engineering.
Topics:
1. Equations for the motion of particle-based fluids, elastic solids and rigid bodies. 2. Time derivatives to compute particle motion. 3. Spatial derivatives with SPH to compute particle forces. 4. Efficient matrix-free implementations of linear solvers for robust implicit formulations. 5. Spatial data structures for accelerated fluid-rigid and rigid-rigid interactions. 6. Efficient implementations of spatial data structures with hashing and sorting.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> ■ Koschier et al: Smoothed Particle Hydrodynamics Techniques for the Physics Based Simulation of Fluids and Solids. ■ Ihmsen et al: SPH Fluids in Computer Graphics.

- | |
|---|
| ■ Bridson: Fluid Simulation for Computer Graphics.
■ Ericson: Real-time Collision Detection. |
|---|

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

keine none

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

- | |
|---|
| ■ Programming Skills (C, C++, Java)
■ Knowledge in Algorithms and Data Structures, Linear Algebra and Analysis |
|---|

Lehrmethoden

Lectures, discussions, theoretical and practical exercises.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Simulation in Computer Graphics	11LE13MO-1113_PO 2020
Veranstaltung	
Simulation in der Computergraphik / Simulation in Computer Graphics	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1113
Veranstalter	
Institut für Informatik Graphische Datenverarbeitung	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	30 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
In the exercises, students will learn to apply the methods from the lectures in a practical setting.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Spieltheorie / Game Theory	11LE13MO-1117_PO 2020
Verantwortliche/r	
JProf. Dr. Joschka Bödecker	
Veranstalter	
Institut für Informatik Grundl.d.künstl.Intelligenz	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
For this course, no particular prerequisites are required.

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Spieltheorie / Game Theory	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stun-den hours	
Spieltheorie / Game Theory	Übung	Wahlpflicht		1,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
After attending the module, students should be able to model simple strategic decision situations according to the game theory and to analyze them with regard to solutions (Nash equilibria, subgame perfect equilibria). Moreover, the students should be able to employ simple mechanisms.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) Written exam (usually 90 to 180 minutes) (Wenn die Teilnehmerzahl sehr klein ist, kann stattdessen eine mündliche Prüfung durchgeführt werden. Die Studierenden werden rechtzeitig informiert.) If number of participants is small, might be changed to oral exam instead. Students will be notified in good time.)

Zu erbringende Studienleistung

Es gibt Übungs- und Projektaufgaben im regelmäßigen Rhythmus, die bearbeitet und abgegeben werden müssen.

Diese werden korrigiert und mit Punkten bewertet. Die Studienleistung ist bestanden, wenn mindestens 50% der Punkte erreicht sind.

|

Exercise sheets and projects have to be completed and handed in on a regular basis. These will be scored and awarded with points. To successfully complete the course work (Studienleistung), you need to have reached at least 50% of the achievable points.

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science

Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering

Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik
- B.Sc. in Informatik (PO 2018)
- polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)
- M.Ed. Informatik (PO 2018)
- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Spieltheorie / Game Theory	11LE13MO-1117_PO 2020
Veranstaltung	
Spieltheorie / Game Theory	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1117
Veranstalter	
Institut für Informatik Grundl.d.künstl.Intelligenz	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	39 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Gegenstand der Spieltheorie ist das rationale Fällen von Entscheidungen zur Verwirklichung der eigenen Ziele. Insbesondere geht es dabei um Wechselwirkungen und Konflikte zwischen den Zielen der verschiedenen Spieler, also um die Frage, in welcher Weise das Wissen um die Ziele der anderen Spieler die eigenen Verhaltensweisen beeinflusst. In der Vorlesung werden folgende Arten von Spielen untersucht: <ul style="list-style-type: none"> ■ Strategische Spiele ■ Extensive Spiele <p>Dabei werden Formalisierungen und Lösungskonzepte sowie Algorithmen zum Berechnen von Lösungen vorgestellt.</p> <p> </p> <p>Game theory is about rational decision making to further ones own objectives. In particular, it is about interactions and conflicts between the objectives of different players, i.e., about the question how the knowledge about other players' objectives influences ones own behavior. In the lecture, we study strategic and extensive games and discuss formalizations and solution concepts as well as algorithms for the computation of such solutions.</p> <p>In addition, the course is concerned with the mechanism design problem, i.e., with the question of how the rules of a social system should be designed in order to incentivize all participants to behave in a way that maximizes social welfare.</p>
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level

Literatur
■ Osborne, Rubinstein, A Course in Game Theory, The MIT Press, Cambridge, MA, 1994
■ Nisan, Roughgarden, Tardos, Vazirani (Hrsg.), Algorithmic Game Theory, Cambridge University Press, 2007
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
For this course, no particular prerequisites are required.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Spieltheorie / Game Theory	11LE13MO-1117_PO 2020
Veranstaltung	
Spieltheorie / Game Theory	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1117
Veranstalter	
Institut für Informatik Grundl.d.künstl.Intelligenz	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	13 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
During the semester there will be weekly theoretical exercise sheets and sporadic practical exercises and didactic web-based experiments in game theory. To complete the practical exercise sheets, Python 3 foundations are assumed
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
State Space Control Systems	11LE50MO-5267_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Moritz Diehl	
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
Keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Students are expected to have an undergraduate knowledge in mathematics. It is furthermore recommended to have a good knowledge of differential equations, system theory and control.
Kenntnisse/Kompetenzen aus Mathematik I und II werden VORAUSGESETZT. Kenntnisse aus Differentialgleichungen, Systemtheorie und Regelungstechnik werden EMPFOHLEN.

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
State Space Control Systems	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 hours	
State Space Control Systems	Übung	Wahlpflicht		1,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The students understand the mathematical foundations of state space control systems and are able to design and use state space control systems in engineering applications.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Written exam (120 minutes)
Zu erbringende Studienleistung
none

Bemerkung / Empfehlung
Work on the weekly exercise sheets and participation in the exercises is voluntary
Verwendbarkeit des Moduls
As compulsory elective in
<ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science in Spezialvorlesung Specialization Courses■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) in Microsystems Engineering Concentrations Area: Circuits and Systems■ M.Sc. Mikrosystemtechnik (PO 2021), Vertiefung Schaltungen und Systeme■ M.Sc. Microsystems Engineering, Concentration area Circuits and Systems
Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs
<ul style="list-style-type: none">■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), im Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
State Space Control Systems	11LE50MO-5267_PO 2020
Veranstaltung	
State Space Control Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-5267-
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 hours
Präsenzstudium	52 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Review of linear system theory in continuous time and ordinary differential equations; nonlinear and linear systems; discrete time and continuous time systems; eigenvalues and stability; Lyapunov functions; controllability, stabilizability, observability and detectability; control and observer normal form, Kalman normal form; pole placement, linear quadratic regulator (LQR); Luenberger observer, Kalman filter (KF); linear quadratic Gaussian (LQG) control and separation principle; disturbance modelling and offset free control; model predictive control (MPC); robustness; Extended and Unscented Kalman Filter (EKF/UKF); moving horizon estimation (MHE)
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> ■ Karl J. Åström and Richard M. Murray, Feedback Systems, Princeton University Press, 2011 ■ Stengel, R. Optimal Control and Estimation, Dover Publications, 1994 ■ S. Skogestad, I. Postlethwaite: Multivariable Feedback Control. Analysis and Design. Chichester/ New York, 2006. ■ G.F. Franklin, J.D. Powell, A. Emami-Naeini: Feedback Control of Dynamic Systems, Pearson (ISBN-13: 978-0-13-601969-5) Rawlings, J. B., Mayne, D. Q., and Diehl, M. M. Model Predictive Control: Theory, Computation, and Design, 2nd edition ed. Nob Hill, 2017.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Students are expected to have an undergraduate knowledge in mathematics. It is furthermore recommended to have a good knowledge of differential equations, system theory and control.

Kenntnisse/Kompetenzen aus Mathematik I und II werden VORAUSGESETZT.

Kenntnisse aus Differentialgleichungen, Systemtheorie und Regelungstechnik werden EMPFOHLEN.



Name des Moduls	Nummer des Moduls
State Space Control Systems	11LE50MO-5267_PO 2020
Veranstaltung	
State Space Control Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-5267
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The weekly exercise sheets allows students to apply their acquired knowledge. During the voluntary weekly exercise sessions the content of both the lecture and the exercise sheets will be discussed in-depth and consolidated.
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Students are expected to have an undergraduate knowledge in mathematics. It is furthermore recommended to have a good knowledge of differential equations, system theory and control. Kenntnisse/Kompetenzen aus Mathematik I und II werden VORAUSGESETZT. Kenntnisse aus Differentialgleichungen, Systemtheorie und Regelungstechnik werden EMPFOHLEN.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Statistical Pattern Recognition	11LE13MO-1114_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Thomas Brox	
Veranstalter	
Institut für Informatik Mustererkennung u. Bildverarbeitung	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Fundamental mathematical knowledge, particularly statistic

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Statistische Mustererkennung / Statistical Pattern Recognition	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours	
Statistische Mustererkennung / Statistical Pattern Recognition	Übung	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Students know the most relevant techniques of pattern recognition. They are able to understand current related literature and can apply appropriate techniques to solve pattern recognition problems in different areas of application.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) Written exam (usually 90 to 180 minutes)

Zu erbringende Studienleistung
keine none
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program
<ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science
Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs
<ul style="list-style-type: none">■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)■ M.Ed. Informatik (PO 2018)■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Statistical Pattern Recognition	11LE13MO-1114_PO 2020
Veranstaltung	
Statistische Mustererkennung / Statistical Pattern Recognition	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1114
Veranstalter	
Institut für Informatik Mustererkennung u. Bildverarbeitung	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	28 Stunden
Selbststudium	126 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The course introduces the basic ideas of recognition and learning, and reviews the most important terminology of probabilistic methods. Afterwards the most common techniques for classification, regression, and clustering are presented, among them linear regression, Gaussian processes, logistic regression, support vector machines, non-parametric density estimation, and expectation-maximization. Additionally, the course includes dimensionality reduction methods and inference in graphical models. Programming assignments in Matlab or Python help deepen the understanding of the material.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
"Pattern Recognition and Machine Learning" by Christopher Bishop
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Fundamental mathematical knowledge, particularly statistic

Bemerkung / Empfehlung

Usually the course is offered every summer semester; as there might be rare exceptions in some years, it's marked as "irregularly"

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Statistical Pattern Recognition	11LE13MO-1114_PO 2020
Veranstaltung	
Statistische Mustererkennung / Statistical Pattern Recognition	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1114
Veranstalter	
Institut für Informatik Mustererkennung u. Bildverarbeitung	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	26 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The exercises consist of theoretical assignments and programming assignments, to apply the methods and concepts from the lecture.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Test und Zuverlässigkeit / Test and Reliability	11LE13MO-1202_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Armin Biere	
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Kenntnisse in Technische Informatik und Rechnerarchitektur / Computer Architecture
Knowledge of technical informatics and computer architecture

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand
Test und Zuverlässigkeit / Test and Reliability	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden hours
Test und Zuverlässigkeit / Test and Reliability	Übung	Wahlpflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The students know the basic questions of testing digital circuits and, based on this, know, apply and, if necessary, adapt important algorithmic techniques to new needs. Students are able to carry out "Design for Testability" and assess the advantages and disadvantages of these measures. They are familiar with the challenges of the new technologies and they can assess state-of-the-art approaches.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) Written exam (usually 90 to 180 minutes) (Wenn die Teilnehmerzahl sehr klein ist, kann stattdessen eine mündliche Prüfung durchgeführt werden. Die Studierenden werden rechtzeitig informiert. If number of participants is small, might be changed to oral exam instead. Students will be notified in good time.)
Zu erbringende Studienleistung
keine none
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program ■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses ■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ M.Ed. Informatik (PO 2018) ■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Test und Zuverlässigkeit / Test and Reliability	11LE13MO-1202_PO 2020
Veranstaltung	
Test und Zuverlässigkeit / Test and Reliability	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1202
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	45 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The manufacturing process of integrated circuits (ICs, chips) is a yield process, i.e. some of the ICs will be inherently prone to failures. Since shipping of defective chips implies high follow-up costs, a test phase is necessary to detect defective chips as early as possible. Today, the so-called structural test flow is widely accepted. Here, defects are abstracted with the help of fault models and test patterns are generated that guarantee a high fault coverage with respect to the fault model considered. Taken together, test costs are responsible for up to 40% of the IC's production costs. Furthermore, it is widely accepted that already during the design phase testability has to be taken into account (design for testability, DFT). Because of this, at least a basic knowledge of IC test issues is of importance also for IC designers. Consequently, the course starts with standard test topics like fault models, (stuck-at)-fault simulation and automatic test pattern generation (ATPG). We will also provide an introduction to DFT methods, in particular scan design and built-in self-test. Finally, current research topics such as defect based testing, non-standard fault models, test for systems-on-a-chip (SOCs), variation aware testing, robustness analysis are addressed.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> ■ Abramovici, Breuer, Friedman, "Digital Systems Testing & Testable Design", IEEE Press, 1994, ISBN: 0780310624 (available in our library). ■ Jha, Gupta, "Testing of Digital Systems", Cambridge University Press, 2003, ISBN 05217 73563 (available in our library).

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Kenntnisse in Technische Informatik und Rechnerarchitektur / Computer Architecture
Knowledge of technical informatics and computer architecture

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Test und Zuverlässigkeit / Test and Reliability	11LE13MO-1202_PO 2020
Veranstaltung	
Test und Zuverlässigkeit / Test and Reliability	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1202
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	15 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Wintersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Verifikation Digitaler Schaltungen / Verification of Digital Circuits	11LE13MO-1223_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Christoph Scholl	
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Betriebssysteme	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Requires basic knowledge in Technical Computer Science

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand	
Verifikation Digitaler Schaltungen / Verification of Digital Circuits	Vorlesung	Wahlpflicht	3,0	180 Stunden		
Verifikation Digitaler Schaltungen / Verification of Digital Circuits	Übung	Wahlpflicht	1,0			

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Students know about formal methods used in semi conductor industries to systematically search for faults and, optimally, prove their absence.
Students know data structures and can apply methods that form the basis for formal verification of digital circuits, like binary decision diagrams, SAT solvers, And-Inverter-Graphs. Based on these methods, students will be able to analyze and use symbolic methods for equivalence checks and automatic model checking for digital circuits.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) Written exam (usually 90 to 180 minutes) (Wenn die Teilnehmerzahl sehr klein ist, kann stattdessen eine mündliche Prüfung durchgeführt werden. Die Studierenden werden rechtzeitig informiert. If number of participants is small, might be changed to oral exam instead. Students will be notified in good time.)
Zu erbringende Studienleistung
keine none
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program <ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs <ul style="list-style-type: none">■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)■ M.Ed. Informatik (PO 2018)■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Verifikation Digitaler Schaltungen / Verification of Digital Circuits	11LE13MO-1223_PO 2020
Veranstaltung	
Verifikation Digitaler Schaltungen / Verification of Digital Circuits	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1223
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Betriebssysteme	

ECTS-Punkte	
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Viele moderne Produkte basieren auf mikroelektronischen Komponenten. Oftmals ist das korrekte Funktionieren dieser Produkte lebenswichtig, etwa in Medizintechnik oder Autoelektronik. Daher werden hohe Anforderungen an die Qualität der darin eingesetzten mikroelektronischen Systeme gestellt. Die Anforderungen lassen sich in drei Gruppen unterteilen: (1) Das System muss korrekt entsprechend der Spezifikation entworfen sein. (2) Das gemäß Entwurf physikalisch gefertigte System soll zum Zeitpunkt seiner Herstellung fehlerfrei funktionieren. (3) Darüber hinaus soll das System für einen gegebenen Zeitraum zuverlässig (d.h. ohne Ausfall) eingesetzt werden können. Während Anforderung (2) durch Testmethoden und Anforderung (3) durch Methoden zur Erhöhung der Ausfallsicherheit behandelt werden, spielen für die Einhaltung von Anforderung (1) Verifikations- und Validierungsmethoden eine Rolle. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf Verifikations- und Validierungsmethoden für digitale Komponenten. Dabei interessiert sowohl der formale Nachweis von Systemeigenschaften als auch die Übereinstimmung des Entwurfs im Vergleich zu einer gegebenen Spezifikation. Es werden zunächst verschiedene existierende Basistechniken zur formalen Verifikation vorgestellt, wie z.B. Decision Diagrams, SAT-Solver und And-Inverter-Graphen. Darauf aufsetzend werden auf symbolischen Methoden beruhende Ansätze zum Äquivalenzvergleich kombinatorischer und sequentieller Schaltungen sowie zur Eigenschaftsprüfung beschrieben
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> ■ Kropf: "Introduction to Formal Hardware Verification", Springer, 1999, ISBN 3-540-65445-3 ■ Clarke, Grumberg, Peled, "Model Checking", MIT Press 1999 ■ Kropf (Ed.): "Formal Hardware Verification", Springer, 1997, ISBN 3-540-63475-4

- | |
|--|
| ■ Diverse Originalarbeiten |
| ■ Presentation of powerpoint slides. Slides and exercise sheets can be downloaded from the course website. |

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Basiswissen in Technische Informatik

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Verifikation Digitaler Schaltungen / Verification of Digital Circuits	11LE13MO-1223_PO 2020
Veranstaltung	
Verifikation Digitaler Schaltungen / Verification of Digital Circuits	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1223
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Betriebssysteme	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	16 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Verteilte Systeme / Distributed Systems	11LE13MO-1312_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Fabian Kuhn	
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen und Komplexität	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	unregelmäßig

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic knowledge in algorithm design & analysis, some mathematical maturity (in particular, we use some graph theory and probability theory) Knowledge about databases and information systems

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeits-aufwand
Verteilte Systeme / Distributed Systems	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden hours
Verteilte Systeme / Distributed Systems Übung	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
The students know the specific problems in distributed systems that arise from the interaction of concurrent processes. They know and apply solutions to such problems.

Zu erbringende Prüfungsleistung
mündliche Prüfung (i.d.R. 30 oder 45 Minuten) Oral exam (usually 30 or 45 minutes)
(Wenn die Teilnehmerzahl sehr groß ist, kann stattdessen eine schriftliche Prüfung (i.d.R. 90 bis 180 Minuten) durchgeführt werden. Die Studierenden werden rechtzeitig informiert. If number of participants is very high, might be exceptionally changed to written examination (usually 90 to 180 minutes) instead. Students will be notified in good time.)
Zu erbringende Studienleistung
keine none
Bemerkung / Empfehlung
Please note: The exercises are an integral part of the lecture, the topics covered by the exercises will also be part of the exam.
Verwendbarkeit des Moduls
Compulsory elective module for students of the study program ■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses ■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik ■ B.Sc. in Informatik (PO 2018) ■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018) ■ M.Ed. Informatik (PO 2018) ■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Verteilte Systeme / Distributed Systems	11LE13MO-1312_PO 2020
Veranstaltung	
Verteilte Systeme / Distributed Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1312
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen und Komplexität	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	26 Stunden
Selbststudium	128 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The course provides an introduction to the fundamentals of distributed systems and algorithms. The course will in particular cover the following topics:
<ul style="list-style-type: none"> - distributed systems models - time and global states in distributed systems - synchronous and asynchronous systems - fault tolerance - basic distributed algorithms for coordination and agreement tasks - basic distributed network algorithms - distributed and parallel graph algorithms - impossibility results and lower bounds
Zu erbringende Prüfungsleistung
<p>Siehe Modulebene See module level</p>
Zu erbringende Studienleistung
<p>Siehe Modulebene See module level</p>
Literatur
<p>Some of the content is for example covered by the following books:</p> <p>Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics Hagit Attiya, Jennifer Welch. McGraw-Hill Publishing, 1998, ISBN 0-07-709352 6</p>

Distributed Computing: A Locality-Sensitive Approach

David Peleg.

Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2000, ISBN 0-89871-464-8

Additional literature will be provided in the lecture.

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

keine | none

Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung

Basic knowledge in algorithm design & analysis, some mathematical maturity (in particular, we use some graph theory and probability theory)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Verteilte Systeme / Distributed Systems	11LE13MO-1312_PO 2020
Veranstaltung	
Verteilte Systeme / Distributed Systems Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1312
Veranstalter	
Institut für Informatik Algorithmen und Komplexität	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	26 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The lecture will be complemented by theoretical exercises that allow to apply and further develop ideas and techniques discussed in the lecture. The exercises are an integral part of the lecture, the topics covered by the exercises will also be part of the oral exam.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Wearable and Implantable Computing (WIC)	11E13MO-1402_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Oliver Amft	
Veranstalter	
Institut für Informatik Intelligente Eingebettete Systeme	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	32 Stunden / Hours
Selbststudium	116 Stunden / Hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic timeseries analysis methods, basic programming skills, coding in Python

Zugehörige Veranstaltungen						
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand	
Wearable and Implantable Computing (WIC)	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden / Hours	
Wearable and Implantable Computing (WIC)	Übung	Wahlpflicht		2,0		

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Students are able to
<ul style="list-style-type: none"> ■ Understand design concepts and apply/analyse wearable and implantable system design methods. ■ Analyse physical principles, select and optimise on-body energy harvesting and power management techniques. ■ Create context recognition and energy-efficient pattern analysis pipelines using sparse sampling and pattern processing methods. ■ Build wearable system prototypes and apply system evaluation methods, including design for biocompatibility.

Zu erbringende Prüfungsleistung
mündliche Prüfung (i.d.R. 30 oder 45 Minuten) Oral exam (usually 30 or 45 minutes)
If there are too many students for a reasonably organized oral exam, it will be held as a written exam instead, announced well in advance.
Zu erbringende Studienleistung
Durchführung von Versuchen und Ergebnisprotokoll Execution of experiments and written report of results
Verwendbarkeit des Moduls
<p>Compulsory elective module for students of the study program</p> <ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung Specialization Courses■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science OR in Microsystems Engineering Concentrations Area Circuits and Systems/Biomedical Engineering■ M.Sc. Microsystems Engineering (PO 2021), Concentration Circuits and Systems/Biomedical Engineering■ M.Sc. Mikrosystemtechnik (PO 2021), Vertiefung Schaltungen und Systeme/Biomedizinische Technik <p>Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering and Part of the specialization Cyber-Physical Systems (CPS) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Wearable and Implantable Computing (WIC)	11E13MO-1402_PO 2020
Veranstaltung	
Wearable and Implantable Computing (WIC)	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11E13V-1402_PO 2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Intelligente Eingebettete Systeme	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden / Hours
Präsenzstudium	32 Stunden / Hours
Selbststudium	116 Stunden / Hours
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
The course provides students with a comprehensive overview and in-depth skills on system design of sensor-based wearable and implantable computing systems. Course covers frequent sensors and actuators and their system integration, context recognition methods and selected algorithms, powering and energy management concepts (task scheduling, sparse sampling, and on-demand signal processing), energy harvesting methods, and system design topics (flexible electronics, electronics textile integration, multiprocess additive manufacturing), as well as principles of system validation.
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Literatur
Up-to-date literature recommendations are provided during the lectures.
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic timeseries analysis methods, basic programming skills, coding in Python

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Wearable and Implantable Computing (WIC)	11E13MO-1402_PO 2020
Veranstaltung	
Wearable and Implantable Computing (WIC)	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11E13Ü-1402_PO 2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Intelligente Eingebettete Systeme	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	32 Stunden / Hours
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	nur im Sommersemester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
Student groups will investigate concrete cases including context recognition, energy-efficient signal processing, and digital design of wearable systems. A wearable device prototype will be realised per student group.
Zu erbringende Prüfungsleistung
see module details
Zu erbringende Studienleistung
see module details
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Seminare	11LE13KT-Seminare
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
----------------------------	---------

Kommentar
Students have to take 2 Seminars.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Seminar 1	11LE13MO-Seminar 1
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Hannah Bast	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3,0
Arbeitsaufwand	90 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
allgemeine mathematische Grundkenntnisse, praktische und theoretische Grundlagen der Informatik, ggf. themenspezifische Vorkenntnisse für den gewählten Themenbereich general mathematical knowledge, practical and theoretical foundations in Computer Science, possibly subject-specific knowledge for the chosen topics

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
VG Seminar 1 M	Veranstaltung	Pflicht	2,0	90 Stunden hours	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden erhalten einen vertieften Einblick in das wissenschaftliche Arbeiten auf einem speziellen Fachgebiet der Informatik. Anhand ausgesuchter Themen aus den unterschiedlichen Forschungs- und Arbeitsgebiete der Professuren und Arbeitsgruppen vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse, wie man wissenschaftliche Texte liest, Hintergrundrecherche durchführt, wissenschaftliche Ergebnisse präsentiert und an wissenschaftlichen bzw. fachlichen Diskussionen teilnimmt. Sie erweitern ihre Kenntnisse in den Regeln und Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens (z.B. korrektes Zitieren), insbesondere im Hinblick auf den redlichen Umgang in der Wissenschaft; diese Kenntnisse werden für das Verfassen der Masterarbeit benötigt. Das Anfertigen und Halten einer eigenen Präsentation im Rahmen des Seminars bereitet direkt auf die Präsentation der Masterarbeit vor.
The students get an in-depth insight into scientific work in a special field of computer science. On the basis of selected topics from the various research and work areas of the professors and work groups, the stu-

dents deepen their knowledge of how to read scientific texts, carry out background research, present scientific results and take part in scientific and technical discussions.
They expand their knowledge of the rules and techniques of scientific work (e.g. correct quoting), especially regarding intellectual honesty; this knowledge is required for writing the Master thesis.
Preparing and holding your own presentation as part of the seminar prepares you directly for the presentation of the Master thesis.

Zu erbringende Prüfungsleistung

The examination consists of the preparation and implementation of a scientific presentation.

Zu erbringende Studienleistung

As a rule, the course work consists of the following components:

- regular attendance in the seminar meetings
- preparation of 3-4 questions on seminar topics of other participants
- written summary with citation of the references

Bemerkung / Empfehlung

Informationen zum Belegverfahren für Seminare: | Information about booking procedure for seminars:

<https://www.tf.uni-freiburg.de/en/studies-and-teaching/a-to-z-study-faq>

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory module for students of the study program

- B.Sc. in Informatik (PO 2018)
- polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)
- M.Sc. in Informatik / Computer Science (PO 2020)

Compulsory elective module for students of the study program

- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Seminar 1	11LE13MO-Seminar 1
Veranstaltungsgruppe	
VG Seminar 1 M	
Veranstaltungsart	Nummer
Veranstaltung	11LE13VG-Seminar

ECTS-Punkte	
Arbeitsaufwand	90 Stunden hours
Präsenzstudium	30
Selbststudium	60
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
Various topics (changing each semester) from the research and teaching areas of the work groups/chairs at the Department of Computer Science
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Literatur
background literature provided by the lecturers
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
allgemeine mathematische Grundkenntnisse, praktische und theoretische Grundlagen der Informatik, ggf. themenspezifische Vorkenntnisse für den gewählten Themenbereich general mathematical knowledge, practical and theoretical foundations in Computer Science, possibly subject-specific knowledge for the chosen topics
Lehrmethoden
Seminars can be held in a weekly fashion or as a compact course (during/at the end of lecture time)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Seminar 2	11LE13MO-Seminar 2
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Hannah Bast	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	3,0
Arbeitsaufwand	90 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
allgemeine mathematische Grundkenntnisse, praktische und theoretische Grundlagen der Informatik, ggf. themenspezifische Vorkenntnisse für den gewählten Themenbereich general mathematical knowledge, practical and theoretical foundations in Computer Science, possibly subject-specific knowledge for the chosen topics

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Seminar 2	Veranstaltung	Pflicht	2,0	90 Stunden hours	

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
Die Studierenden erhalten einen vertieften Einblick in das wissenschaftliche Arbeiten auf einem speziellen Fachgebiet der Informatik. Anhand ausgesuchter Themen aus den unterschiedlichen Forschungs- und Arbeitsgebiete der Professuren und Arbeitsgruppen vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse, wie man wissenschaftliche Texte liest, Hintergrundrecherche durchführt, wissenschaftliche Ergebnisse präsentiert und an wissenschaftlichen bzw. fachlichen Diskussionen teilnimmt. Sie erweitern ihre Kenntnisse in den Regeln und Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens (z.B. korrektes Zitieren), insbesondere im Hinblick auf den redlichen Umgang in der Wissenschaft; diese Kenntnisse werden für das Verfassen der Masterarbeit benötigt. Das Anfertigen und Halten einer eigenen Präsentation im Rahmen des Seminars bereitet direkt auf die Präsentation der Masterarbeit vor.
The students get an in-depth insight into scientific work in a special field of computer science. On the basis of selected topics from the various research and work areas of the professors and work groups, the stu-

dents deepen their knowledge of how to read scientific texts, carry out background research, present scientific results and take part in scientific and technical discussions.
They expand their knowledge of the rules and techniques of scientific work (e.g. correct quoting), especially regarding intellectual honesty; this knowledge is required for writing the Master thesis.
Preparing and holding your own presentation as part of the seminar prepares you directly for the presentation of the Master thesis.

Zu erbringende Prüfungsleistung

The examination consists of the preparation and implementation of a scientific presentation.

Zu erbringende Studienleistung

As a rule, the course work consists of the following components:

- regular attendance in the seminar meetings
- preparation of 3-4 questions on seminar topics of other participants
- written summary with citation of the references

Bemerkung / Empfehlung

Informationen zum Belegverfahren für Seminare: | Information about booking procedure for seminars:

<https://www.tf.uni-freiburg.de/en/studies-and-teaching/a-to-z-study-faq>

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory module for students of the study program

- B.Sc. in Informatik (PO 2018)
- polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)
- M.Sc. in Informatik / Computer Science (PO 2020)

Compulsory elective module for students of the study program

- Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (PO 2021)



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Seminar 2	11LE13MO-Seminar 2
Veranstaltungsgruppe	
Seminar 2	
Veranstaltungsart	Nummer
Veranstaltung	11LE13VG-Seminar

ECTS-Punkte	
Arbeitsaufwand	90 Stunden hours
Präsenzstudium	30
Selbststudium	60
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
Various topics (changing each semester) from the research and teaching areas of the work groups/chairs at the Department of Computer Science
Zu erbringende Prüfungsleistung
See module level
Zu erbringende Studienleistung
See module level
Literatur
background literature provided by the lecturers
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
allgemeine mathematische Grundkenntnisse, praktische und theoretische Grundlagen der Informatik, ggf. themenspezifische Vorkenntnisse für den gewählten Themenbereich general mathematical knowledge, practical and theoretical foundations in Computer Science, possibly subject-specific knowledge for the chosen topics
Lehrmethoden
Seminars can be held in a weekly fashion or as a compact course (during/at the end of lecture time)

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Praktikum	11LE13KT-Praktikum
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
----------------------------	---------

Kommentar
Students have to take 1 lab course.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Praktikum	11LE13MO-7110 PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Hannah Bast	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
allgemeine praktische und theoretische Grundlagen der Informatik, Programmierkenntnisse, themenspezifische Vorkenntnisse für den gewählten Themenbereich general practical and theoretical foundations in Computer Science, programming skills, subject-specific knowledge for the chosen topics

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Praktikum Informatik 1	Veranstaltung	Wahlpflicht			180 Stunden hours

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
While working with other students or members of the work groups/chairs at the Department of Computer Science on one of many topics they can choose from following their field of interest, students learn to complete given tasks taking into account the given technical conditions, conduct experiments and record and analyze the results in appropriate scientific manner and report on their work.

Zu erbringende Prüfungsleistung
keine none
<p><i>Für Studierende im M.Ed. Informatik:</i></p> <p><i>Je nach Themenstellung:</i></p> <ul style="list-style-type: none">- Bearbeitung der gestellten Aufgaben und Experimente- Erstellen von Software oder Demonstratoren- schriftlicher Bericht: Praktikumsbericht oder Protokoll oder eine (nach den wissenschaftlichen Maßstäben) ausreichenden Dokumentation- mündliche Präsentation (in der Regel 20 - 30 Minuten) <p><i>Bei mehreren Prüfungsteilen errechnet sich die Note nach dem arithmetischen Mittel der Teilnoten.</i></p>
Zu erbringende Studienleistung
<p>As a rule, the course work consists of the following components:</p> <ul style="list-style-type: none">- regular attendance of the practical parts of the course as well as (team) meetings and discussions with the supervisor- completing assigned tasks and experiments- creation of software or demonstrators- written report: lab report or protocol or sufficient documentation (according to the scientific standards)- oral presentation (usually 20 - 30 minutes)
Bemerkung / Empfehlung
<p>Language is usually English, but might be negotiable (changed to German)</p> <p>Students are expected to self-organize the given tasks and do background research.</p>
Verwendbarkeit des Moduls
<p>Compulsory module for students of the study program</p> <ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) <p>Compulsory elective module for students of the study program</p> <ul style="list-style-type: none">■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in the Customized Course Selection <p>Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs</p> <ul style="list-style-type: none">■ M.Ed. Informatik (PO 2018); Modul "Informatik - Vertiefung 2"

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Praktikum	11LE13MO-7110 PO 2020
Veranstaltungsgruppe	
Praktikum Informatik 1	
Veranstaltungsart	Nummer
Veranstaltung	11LE13VG-7110-P1

ECTS-Punkte	
Arbeitsaufwand	180 Stunden hours
Präsenzstudium	60 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
Various topics from the research and teaching areas of the work groups/chairs at the Department of Computer Science
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
Instructions and background literature are provided by the lecturers
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
allgemeine praktische und theoretische Grundlagen der Informatik, Programmierkenntnisse, themenspezifische Vorkenntnisse für den gewählten Themenbereich general practical and theoretical foundations in Computer Science, programming skills, subject-specific knowledge for the chosen topics

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Individuelle Studiengestaltung	11LE13KT-Indiv STG
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
----------------------------	---------

Kommentar
<p>Students have to take 18 ECTS credits by doing courses outside of Computer Science.</p> <p>They can substitute up to 6 of these credits by</p> <ul style="list-style-type: none">- either doing a language course at SLI- or taking an additional Computer Science lecture (Advanced Lecture or Specialization Course) <p>In this case, this course counts as a graded assessment.</p> <p>The other courses are pass/fail courses.</p>

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Weiterführende Vorlesung innerhalb der Individuellen Studiengestaltung	11LE13KT-Indiv STG- WVorlesung
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
----------------------------	-------------

Kommentar
Im Rahmen der Individuellen Studiengestaltung kann eine weitere Informatik-Vorlesung (aus der Kategorie der Weiterführenden Vorlesungen oder der Spezialvorlesungen) gewählt werden. Diese wird auch innerhalb der Individuellen Studiengestaltung mit einer Prüfungsleistung abgeschlossen und geht mit 6 ECTS-Punkten in die Endnote ein.
Für die entsprechenden Modulbeschreibungen wird auf die vorhergehenden Konten "Weiterführende Vorlesungen" und "Spezialvorlesungen" verwiesen.
As part of the Customized Course Selection, one additional computer science lecture (from the category of Advanced Lectures or Specialization Courses) can be selected. This lecture is completed with an examination even though it is part of the Customized Course Selection and is included in the final grade with 6 ECTS credits.
For the corresponding module descriptions, please refer to the previous accounts "Advanced Lectures" and "Specialization Courses".

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Spezialvorlesung innerhalb der Individuellen Studiengestaltung	11LE13KT-Indiv STG-Spez-Vorl
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
----------------------------	-------------

Kommentar
Im Rahmen der Individuellen Studiengestaltung kann eine weitere Informatik-Vorlesung (aus der Kategorie der Weiterführenden Vorlesungen oder der Spezialvorlesungen) gewählt werden. Diese wird auch innerhalb der Individuellen Studiengestaltung mit einer Prüfungsleistung abgeschlossen und geht mit 6 ECTS-Punkten in die Endnote ein.
Für die entsprechenden Modulbeschreibungen wird auf die vorhergehenden Konten "Weiterführende Vorlesungen" und "Spezialvorlesungen" verwiesen.
As part of the Customized Course Selection, one additional computer science lecture (from the category of Advanced Lectures or Specialization Courses) can be selected. This lecture is completed with an examination even though it is part of the Customized Course Selection and is included in the final grade with 6 ECTS credits.
For the corresponding module descriptions, please refer to the previous accounts "Advanced Lectures" and "Specialization Courses".

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Fachfremde Veranstaltungen innerhalb der Individuellen Studiengestaltung	11LE13KT-Indiv STG-FWB
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
----------------------------	---------

Kommentar
<p>Eine Übersicht zu den verfügbaren Veranstaltungen für Masterstudierende in Informatik / Computer Science finden Sie hier: An Overview of the available courses open for Master students in Informatik / Computer Science can be found here:</p> <p>https://www.tf.uni-freiburg.de/bilder/studium_lehre/studienplaene/liste-fachfremder-wahlmodule-msc-informatik-po-2020</p> <p>Students have to take courses amounting to 18 ECTS credits (or at least 12, if doing an additional Computer Science lecture in the Customized Course Selection) from courses outside of Computer Science.</p> <p>Courses from other departments of the University can only be chosen from selected subjects. These subjects are listed in the following part; only the courses listed here per subject are open to Computer Science students. Other courses from the listed subjects cannot be chosen.</p>

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Applied Bioinformatics	11LE13KT-FWB
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
----------------------------	-------------

Kommentar
<p>In "Applied Bioinformatics" you can choose the following courses:</p> <ul style="list-style-type: none">■ PM-01 Bioinformatics (6 ECTS, from the study program of "Biology")■ Vertiefende Methoden der Bioinformatik (9 ECTS, from the study program of "Pharmazie")■ Introduction to data driven life sciences (6 ECTS, from Computer Science) <i>Please note: This can be taken here as a course "outside of CS" (then it is pass/fail (SL) only) or as a specialization course in CS (then it is graded (PL)); the mode is determined by booking in HISinOne in the respective area and can NOT be changed afterwards!</i> <p>Please refer to the subjects for further information and module descriptions.</p>

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Kognitionswissenschaften	11LE13KT-FWB-Kognition
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
----------------------------	-------------

Kommentar
<p>In "Kognitionswissenschaften" (mostly in German) you can choose the following courses:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Hauptseminar I (6 ECTS)■ Hauptseminar II (6 ECTS)■ Projektseminar (6 ECTS) <p>Please refer to the subject for further information and module descriptions.</p>

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Mathematik	11LE13KT-FWB-Mathematik
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
----------------------------	-------------

Kommentar
<p>In "Mathematik" (mostly in German) you can choose the following courses:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Algebra und Zahlentheorie (9 ECTS) ■ Algebraische Topologie (9 ECTS) ■ Computational Finance (6 ECTS) ■ Differentialgeometrie (9 ECTS) ■ Differentialtopologie (9 ECTS) ■ Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen (9 ECTS) ■ Elementare Differentialgeometrie (9 ECTS) ■ Funktionalanalysis (9 ECTS) ■ Funktionentheorie (9 ECTS) ■ Kommunikative Algebra und Einführung in die Algebraische Geometrie (9 ECTS) ■ Kurven und Flächen (9 ECTS) ■ Maschinelles Lernen aus stochastischer Sicht (6 ECTS) ■ Mathematische Modellierung (6 ECTS) ■ Mathematische Statistik (9 ECTS) ■ Mengenlehre – Unabhängigkeitsbeweise (9 ECTS) ■ Modelltheorie (9 ECTS) ■ Numerik Teil 1 (6 ECTS) ■ Numerik Teil 2 (Numerik 1 wird vorausgesetzt) (6 ECTS) ■ Partielle Differentialgleichungen (9 ECTS) ■ Stochastische Prozesse (9 ECTS) ■ Topologie (9 ECTS) ■ Variationsrechnung (9 ECTS) ■ Wahrscheinlichkeitstheorie (9 ECTS) ■ Wahrscheinlichkeitstheorie II (9 ECTS) <p><i>NO credits can be earned by the Bachelor courses: Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I, Lineare Algebra II, Mathematische Logik and Stochastik!</i></p> <p>Please refer to the subject for further information and module descriptions.</p>

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Medizin	11LE13KT-FWB Medizin
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
----------------------------	-------------

Kommentar
In "Medizin" (in German only) you can choose the following courses:
Before doing another course, you have to take
■ Ausgewählte Themen zur Mikrosystemtechnik in der Medizin (3 ECTS)
Then you can choose:
■ Themen der medizinischen Informatik (Master) (3 ECTS) (<i>stark empfohlen, wenn noch nicht im Bachelor absolviert; kann im Master auch nochmal gemacht werden, da Inhalte z.T. unterschiedlich</i>)
■ Struktur, Funktion und Fehlfunktion des menschlichen Organismus - Teil 3 (5 ECTS) **
■ Innere Medizin für Zahnmediziner (3 ECTS) **
■ Allgemeine Chirurgie für Zahnmediziner (1,5 ECTS) **
■ Allgemeine Pathologie für Zahnmediziner (3 ECTS)
■ Pathologisch-histologischer Kurs für Zahnmediziner (1,5 ECTS)
■ Humangenetik für Studierende der Molekularen Medizin (1,5 ECTS)
■ Geschichte, Theorie und Ethik der Medizin (1,5 ECTS)
■ Pharmakologie und Toxikologie für Zahnmediziner Teil 1 (1,5 ECTS)
■ Mikrobiologie für Pharmazeuten (3 ECTS)
■ Seminar Wissenschaftliches Denken und Handeln (3 ECTS) (<i>sofern nicht bereits im BSc absolviert</i>)
■ Projekt an einem medizinischen Lehrstuhl (6 ECTS)
** (<i>die beiden Zahnmedizin-Veranstaltungen große inhaltliche Überschneidungen mit „Struktur, Funktion und Fehlfunktion des menschlichen Organismus – Teil 3“ aufweisen und somit redundant sind, wenn diese Veranstaltung belegt wird</i>)
Please refer to the subject for further information and module descriptions.

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Mikrosystemtechnik	11LE13KT-FWB-MST
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
----------------------------	-------------

Kommentar
Freie Auswahl aus den im Studienplaner in diesem Bereich aufgeführten MST-Veranstaltungen Any MSE course(s) from the selection given in this area in the study planner
Please refer to the subject for further information and module descriptions.

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Neuroscience	11LE13KT-FWB Neuroscience
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
----------------------------	-------------

Kommentar
In "Neuroscience" (in English) you can choose from the following courses:
Please note: At least the two lectures "From membrane to brain" and "Computational Neuroscience" (with exercise) are mandatory for this area. Participation in the practical exercise "Simulation of Biological Neuronal Networks" and / or one of the seminars ("Current Research Topics in Systems Neuroscience" or "Language and Brain, Language Ability, Neurobiological Basis") is only permitted if both lectures have been completed.
<ul style="list-style-type: none">■ From Membrane to Brain (4 ECTS)■ Computational Neuroscience (11 ECTS)■ Simulation of Biological Neuronal Networks (2 ECTS)■ Seminar: Current Research Topics in Systems Neuroscience OR Sprache und Gehirn, Sprachvermögen, neurobiologische Basis (in German) (2 ECTS) <p>Please refer to the subject for further information and module descriptions.</p>



Name des Kontos	Nummer des Kontos
Physik	11LE13KT-FWB-Physik
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
----------------------------	-------------

Kommentar
<p>In "Physik" (in German) you can choose the following courses:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Experimentalphysik I (Mechanik, Gase und Flüssigkeiten) (6 ECTS) *■ Experimentalphysik II (Elektromagnetismus, Optik) (6 ECTS) *■ Experimentalphysik III (Spezielle Relativitätstheorie, Optik, Quantenphysik und Atomphysik) (7 ECTS)■ Theoretische Physik I (Mechanik und Relativitätstheorie) (7 ECTS)■ Theoretische Physik II (Elektromagnetismus und Optik) (7 ECTS) <p>* sofern noch nicht im Bachelor absolviert</p> <p>Please refer to the subject for further information and module descriptions.</p>

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Psychologie	11LE13KT-FWB Psychologie
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
----------------------------	-------------

Kommentar
<p>Achtung: Nur 3 Studierende pro Jahr! Frühzeitige Anmeldung bei der Studienfachberatung Informatik erforderlich!</p> <p>In "Psychologie" (in German) you can choose the following courses:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Sozialpsychologie - Vorlesung (5 ECTS)■ Pädagogische Psychologie – Vorlesung (5 ECTS)■ Pädagogische Psychologie – Seminar (3 ECTS)■ Arbeits- und Organisationspsychologie – Vorlesung (5 ECTS) <p>Please refer to the subject for further information and module descriptions.</p>

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Sustainable Systems Engineering	11LE13KT-FWB SSE
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
----------------------------	-------------

Kommentar
<p>In "Sustainable Systems Engineering" (in English) you can choose the following courses:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Complex Networks (6 ECTS)■ Design and Monitoring of Large Infrastructures (5 ECTS)■ Netzintegration und Regelung / Grid Integration and Control (5 ECTS)■ The science of complex systems - fundamentals and applications (6 ECTS) <p>Please refer to the subject for further information and module descriptions.</p>

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Wirtschaftswissenschaften	11LE13KT-FWB-WiWi
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
----------------------------	-------------

Kommentar
<p>In "Economics / Wirtschaftswissenschaften" (some courses in English, some courses in German) you can choose the following courses:</p> <ul style="list-style-type: none">■ Computational Economics: Non-linear Optimization (6 ECTS)■ Computational Finance (6 ECTS)■ Business Analytics (6 ECTS)■ Futures and Options (6 ECTS)■ Gesundheitsmanagement (6 ECTS)■ Gesundheitsmanagement - Fallstudien im Krankenhausmanagement (6 ECTS)■ Electronic Markets (6 ECTS)■ Marketing Management (6 ECTS)■ Personal- und Organisationstheorien (6 ECTS)■ Principles of Finance (6 ECTS)■ Unternehmensbesteuerung (6 ECTS)■ Business Analytics (Seminar) (6 ECTS)■ Advanced Macroeconomics I (6 ECTS)■ Advanced Microeconomics I (6 ECTS)■ Advanced Microeconomics II (6 ECTS)■ Economic Policy and Public Choice (6 ECTS)■ Regulation and Competition Policy (4 ECTS) <p>Please refer to the subject for further information and module descriptions.</p>

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Weitere genehmigte Module/Veranstaltungen im fachfremden Bereich	11LE13KT-FWB
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
----------------------------	-------------

Kommentar
<p>As per the examination regulations, exceptions for courses in subjects usually not available might be granted.</p> <p>Those exceptions must be requested in advance. The application must be submitted formally (i.e. as a letter), with the reason for the choice of the course stated, to the Computer Science program coordinator. It is assumed that the lecturer of the course and the program coordinator for the relevant subject have given their consent to the participation of the Computer Science student. The dean of studies for Computer Science decides on the application.</p>

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Studienprojekt	11LE13KT-9140
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
----------------------------	---------

Kommentar
Students have to do one study project (18 ECTS credits).
If they want to specialize in the area of Artificial Intelligence (AI) or in Cyber-Physical Systems (CPS), they have to take an according study project with a topic related to the respective area.

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Studienprojekt	11LE13MO-9140 Studienprojekt Allgemein
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Hannah Bast	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	18,0
Arbeitsaufwand	540 Stunden hours
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
allgemeine mathematische Grundlagen, praktische und theoretische Grundlagen der Informatik, themenspezifische Vorkenntnisse für den gewählten Themenbereich general fundamental mathematical knowledge, practical and theoretical foundations in Computer Science, subject-specific knowledge for the chosen topics

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Studienprojekt Allgemein	Veranstaltung	Pflicht			540 Stunden hours

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
In this module students get involved in the actual research process of the chosen work group/chair. Depending on their personal field of interest and their expertise in various research and teaching areas offered at the Department of Computer Science, they decide on a specific topic and deepen their knowledge and skills in this area as well as their overall proficiency in academic work and research. They learn to work on the different tasks required for the specific project under given technical specifications, to develop appropriate systems and to work constructively in projects.
Students acquire the ability to familiarize themselves with new problems and do independent background research. They will work with modern development environments and adhere to the generally accepted quality standards. During the project, working in a team as well as observing the rules of good scientific work will be expected.

Zu erbringende Prüfungsleistung

The graded assessment is (depending on the topic) either a written research paper (if it is rather a theoretical or fundamentally based topic; length usually maximum 40 pages) or the creation of a software or a demonstrator including a sufficient documentation (according to the scientific standards). Details are agreed upon with the supervisor (usually a person authorized to conduct examinations at the Department of Computer Science) when the topic is assigned.

Zu erbringende Studienleistung

As a rule, the course work consists of the following components:

- regular attendance of (team) meetings or discussions with the supervisor
- oral presentation (usually 20 - 30 minutes) with subsequent discussion

Bemerkung / Empfehlung

Language is usually English, but might be negotiable (changed to German)

Please learn about the procedure of finding a topic and registering for the project in good time. (For instance, see "A to Z - Study FAQ" under "Studies and Teaching" on our faculty website.)

Students are expected to self-organize the given tasks and do background research.

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020)

If a specialization is intended, students have to take the study project in the respective specialization area (AI or CPS).



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Studienprojekt	11LE13MO-9140 Studienprojekt Allgemein
Veranstaltungsgruppe	
Studienprojekt Allgemein	
Veranstaltungsart	Nummer
Veranstaltung	11LE13VG-9140 Studienprojekt-Allgemein

ECTS-Punkte	
Arbeitsaufwand	540 Stunden hours
Präsenzstudium	ca. 20 Stunden
Selbststudium	ca. 520 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
Students choose a specific topic (according to their personal interest and present field of expertise) from one of the research and teaching areas offered at the Department of Computer Science. They work independently under a supervisor and connected to the research team on subject specific tasks, gaining experience with scientific work and working with state-of-the-art development environments or lab equipment.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
Depends on topic; provided by the supervisor
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
allgemeine mathematische Grundlagen, praktische und theoretische Grundlagen der Informatik, themenspezifische Vorkenntnisse für den gewählten Themenbereich general fundamental mathematical knowledge, practical and theoretical foundations in Computer Science, subject-specific knowledge for the chosen topics

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Studienprojekt KI	11LE13MO-9140KI
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Hannah Bast	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	18,0
Arbeitsaufwand	540 Stunden hours
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
allgemeine mathematische Grundlagen, praktische und theoretische Grundlagen der Informatik, themenspezifische Vorkenntnisse aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz general fundamental mathematical knowledge, practical and theoretical foundations in Computer Science, subject-specific knowledge for the field of Artificial Intelligence

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Studienprojekt im Bereich KI	Veranstaltung	Pflicht			540 Stunden hours

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
In this module students get involved in the actual research process of the chosen work group/chair, specifically in the area of Artificial Intelligence.
Depending on their personal field of interest and their expertise in various research and teaching areas connected to AI and offered at the Department of Computer Science, they decide on a specific topic and deepen their knowledge and skills in this area as well as their overall proficiency in academic work and research. They learn to work on the different tasks required for the specific project under given technical specifications, to develop appropriate systems and to work constructively in projects.
Students acquire the ability to familiarize themselves with new problems and do independent background research. They will work with modern development environments and adhere to the generally accepted quality standards. During the project, working in a team as well as observing the rules of good scientific work will be expected.

Zu erbringende Prüfungsleistung

The graded assessment is (depending on the topic) either a written research paper (if it is rather a theoretical or fundamentally based topic; length usually maximum 40 pages) or the creation of a software or a demonstrator including a sufficient documentation (according to the scientific standards). Details are agreed upon with the supervisor (usually a person authorized to conduct examinations at the Department of Computer Science) when the topic is assigned.

Zu erbringende Studienleistung

As a rule, the course work consists of the following components:

- regular attendance of (team) meetings or discussions with the supervisor
- oral presentation (usually 20 - 30 minutes) with subsequent discussion

Bemerkung / Empfehlung

Language is usually English, but might be negotiable (changed to German)

Please learn about the procedure of finding a topic and registering for the project in good time. (For instance, see "A to Z - Study FAQ" under "Studies and Teaching" on our faculty website.)

Students are expected to self-organize the given tasks and do background research.

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) for students intending a specialization in AI.

If no specialization is intended, students have to take the general study project "Studienprojekt Allgemein"

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Studienprojekt KI	11LE13MO-9140KI
Veranstaltungsgruppe	
Studienprojekt im Bereich KI	
Veranstaltungsart	Nummer
Veranstaltung	11LE13VG-9140KI-Studienprojekt-KI

ECTS-Punkte	
Arbeitsaufwand	540 Stunden hours
Präsenzstudium	ca. 20 Stunden
Selbststudium	ca. 520 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht

Inhalte
Students choose a specific topic (according to their personal interest and present field of expertise) from one of the research and teaching areas connected to the field of Artificial Intelligence and offered at the Department of Computer Science. They work independently under a supervisor and connected to the research team on subject specific tasks, gaining experience with scientific work and working with state-of-the-art development environments or lab equipment.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
Depends on topic; provided by the supervisor
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
allgemeine mathematische Grundlagen, praktische und theoretische Grundlagen der Informatik, themenspezifische Vorkenntnisse aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz general fundamental mathematical knowledge, practical and theoretical foundations in Computer Science, subject-specific knowledge for the field of Artificial Intelligence

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Studienprojekt CPS	11LE13MO-9140 CPS
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Hannah Bast	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	18,0
Arbeitsaufwand	540 Stunden hours
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	in jedem Semester

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
allgemeine mathematische Grundlagen, praktische und theoretische Grundlagen der Informatik, themenspezifische Vorkenntnisse aus dem Bereich der Cyber-Physical Systems general fundamental mathematical knowledge, practical and theoretical foundations in Computer Science, subject-specific knowledge for the field of Cyber-Physical Systems

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Studienprojekt im Bereich CPS	Veranstaltung	Pflicht			540 Stunden hours

Lern- und Qualifikationsziele der Lehrveranstaltung
In this module students get involved in the actual research process of the chosen work group/chair, specifically in the area of Cyber-Physical Systems.
Depending on their personal field of interest and their expertise in various research and teaching areas connected to CPS and Embedded Systems and offered at the Department of Computer Science, they decide on a specific topic and deepen their knowledge and skills in this area as well as their overall proficiency in academic work and research. They learn to work on the different tasks required for the specific project under given technical specifications, to develop appropriate systems and to work constructively in projects.
Students acquire the ability to familiarize themselves with new problems and do independent background research. They will work with modern development environments and adhere to the generally accepted quality standards. During the project, working in a team as well as observing the rules of good scientific work will be expected.

Zu erbringende Prüfungsleistung

The graded assessment is (depending on the topic) either a written research paper (if it is rather a theoretical or fundamentally based topic; length usually maximum 40 pages) or the creation of a software or a demonstrator including a sufficient documentation (according to the scientific standards). Details are agreed upon with the supervisor (usually a person authorized to conduct examinations at the Department of Computer Science) when the topic is assigned.

Zu erbringende Studienleistung

As a rule, the course work consists of the following components:

- regular attendance of (team) meetings or discussions with the supervisor
- oral presentation (usually 20 - 30 minutes) with subsequent discussion

Bemerkung / Empfehlung

Language is usually English, but might be negotiable (changed to German)

Please learn about the procedure of finding a topic and registering for the project in good time. (For instance, see "A to Z - Study FAQ" under "Studies and Teaching" on our faculty website.)

Students are expected to self-organize the given tasks and do background research.

Verwendbarkeit des Moduls

Compulsory module for students of the study program

- M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) for students intending a specialization in CPS.

If no specialization is intended, students have to take the general study project "Studienprojekt Allgemein"

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Studienprojekt CPS	11LE13MO-9140 CPS
Veranstaltungsgruppe	
Studienprojekt im Bereich CPS	
Veranstaltungsart	Nummer
Veranstaltung	11LE13VG-9140CPS-Studienprojekt-CPS

ECTS-Punkte	
Arbeitsaufwand	540 Stunden hours
Präsenzstudium	ca. 20 Stunden
Selbststudium	ca. 520 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	unregelmäßig
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
Students choose a specific topic (according to their personal interest and present field of expertise) from one of the research and teaching areas connected to the field of Cyber-Physical Systems/Embedded Systems and offered at the Department of Computer Science. They work independently under a supervisor and connected to the research team on subject specific tasks, gaining experience with scientific work and working with state-of-the-art development environments or lab equipment.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene See module level
Literatur
Depends on topic; provided by the supervisor
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
allgemeine mathematische Grundlagen, praktische und theoretische Grundlagen der Informatik, themenspezifische Vorkenntnisse aus dem Bereich der Cyber-Physical Systems general fundamental mathematical knowledge, practical and theoretical foundations in Computer Science, subject-specific knowledge for the field of Cyber-Physical Systems

↑