

# Modulhandbuch

Master of Education für das Lehramt Gymnasium im  
Fach Informatik - Wissenschaftliches Fach  
(Prüfungsordnungsversion 2018)



# Inhaltsverzeichnis

Prolog.....	3
Masterarbeit.....	13
<b>Fachwissenschaft Informatik.....</b>	<b>15</b>
<b>Informatik - Vertiefung I.....</b>	<b>16</b>
<b>Weiterführende Vorlesungen 1.....</b>	<b>17</b>
Algorithmentheorie / Algorithms Theory.....	18
Bildverarbeitung und Computergraphik / Image Processing and Computer Graphics.....	23
Grundlagen der Künstlichen Intelligenz / Foundations of Artificial Intelligence.....	27
Machine Learning.....	32
Rechnerarchitektur / Computer Architecture.....	37
Softwaretechnik / Software Engineering.....	42
<b>Spezialvorlesungen 1.....</b>	<b>47</b>
Advanced Computer Graphics.....	48
Bioinformatics I.....	53
Bioinformatik II / Bioinformatics II.....	58
Compilerbau / Compiler Construction.....	63
Computer Vision.....	68
Concurrency, Theory and Practice.....	73
Cyber-Physikalische Systeme - Programmverifikation/ Cyber-Physical Systems – Program Verifi- cation.....	76
Einführung in die Kryptographie / Introduction to Cryptography.....	81
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems.....	86
Funktionale Programmierung / Functional Programming.....	91
Grundlagen von Programmiersprachen / Essentials of Programming Languages.....	96
Hardware Security and Trust.....	101
Interactive Proof Systems and Cryptographic Protocols.....	106
Introduction to data driven life sciences.....	110
Modellbildung und Systemidentifikation / Modelling and System Identification.....	115
Netzwerkalgorithmen / Network Algorithms.....	119
Numerical Optimal Control in Science and Engineering.....	123
Numerical Optimization.....	128
Peer-to-Peer Netzwerke / Peer-to-Peer Networks.....	133
Reinforcement Learning.....	137
RNA Bioinformatik / RNA Bioinformatics.....	142
Simulation in der Computergraphik / Simulation in Computer Graphics.....	147
Statistische Mustererkennung / Statistical Pattern Recognition.....	152
Suchmaschinen / Information Retrieval.....	157
Test und Zuverlässigkeit / Test and Reliability.....	162
Verifikation Digitaler Schaltungen / Verification of Digital Circuits.....	167
Verteilte Systeme / Distributed Systems.....	172
<b>Informatik - Vertiefung II.....</b>	<b>177</b>
<b>Praktikum.....</b>	<b>178</b>
Praktikum im MEd Informatik.....	179
Projektarbeit in Informatik.....	182
<b>Fachdidaktik Informatik.....</b>	<b>185</b>
Prinzipien der Fachdidaktik Informatik.....	186
Angewandte Fachdidaktik Informatik.....	190
Epilog.....	193

## Prolog

Das vorliegende Modulhandbuch orientiert sich an dem aktuellen Stand der Prüfungsordnung für den Studiengang Master of Education in der Version von 2018, fachspezifische Bestimmungen für das Fach Informatik. Diese Bestimmungen definieren die in den Modulen strukturierten Studieninhalte und den in Semestern und Bereichen strukturierten Studienplan.

Module bestehen aus verschiedenen Elementen: Aus Veranstaltungen (z.B. Vorlesungen, Übungen, Seminaren o.ä.) und Studien- oder Prüfungsleistungen. In den Modulbeschreibungen werden sowohl die Veranstaltungselemente als auch die geforderten Studien- und Prüfungsleistungen zum Nachweis des Kompetenzerwerbs näher erläutert.

Hierbei sind jeweils die regulären Studien- und Prüfungsleistungen beschrieben; sollte es aufgrund unvorhergesehener Umstände kurzfristig notwendig werden, von den beschriebenen Leistungen abzuweichen, werden die Ersatzleistungen spätestens in der ersten Woche der Vorlesungszeit bekannt gegeben.

Für erfolgreich absolvierte Module werden Leistungspunkte vergeben, die so genannten ECTS-Punkten gemäß dem „European Credit Transfer and Accumulation System“. Diese weisen durch ihre Höhe die Gewichtung einer Lehrveranstaltung in einem Modul sowie den mit der Veranstaltung verbundenen Arbeitsaufwand aus. Ein Leistungspunkt entspricht dabei einem Aufwand von ca. 30 Arbeitsstunden pro Semester für einen durchschnittlichen Studierenden. Pro Semester sollte ein Studierender ca. 30 ECTS-Punkte gesammelt haben.

Die Regelstudienzeit verläuft über vier Semester. Insgesamt müssen im Studiengang Master of Education für das Fach Informatik 27 ECTS-Punkte erworben werden. Hinzu kommen weitere ECTS-Punkte im 2. Fach, im Bereich Bildungswissenschaften, für das Schulpraxissemester sowie für die Masterarbeit.

### **Anwesenheitsregelungen:**

In Vorlesungen besteht keine Anwesenheitspflicht.

In (Pro)Seminaren und Praktika wird die regelmäßige Teilnahme als Teil der Studienleistung gefordert, da dies zum Erreichen der Lernziele bei diesen Veranstaltungen erforderlich ist; auch in Übungen kann dies der Fall sein und ist dann in der spezifischen Modulbeschreibung aufgeführt. Die offiziellen Regelungen zur regelmäßigen Teilnahme finden sich in der Rahmenprüfungsordnung in §13 (2).

Während es generell keine Zulassungsvoraussetzungen für Prüfungsleistungen innerhalb eines Moduls gibt,

kommt es bei Wahlpflichtmodulen in sehr seltenen Fällen vor, dass zwei Module inhaltlich direkt aufeinander aufbauen und das entsprechende fortgeschrittene Modul daher nur absolviert werden kann, wenn zuvor das einführende Modul erfolgreich absolviert wurde. Dies wird in den Modulbeschreibungen entsprechend angezeigt.

Weitere Informationen zum Studiengang (z.B. die Prüfungsordnung, den Modellstudienplan, Zugangsvoraussetzungen etc.) finden Sie unter

<https://www.tf.uni-freiburg.de/de/studienangebot/informatik/m-ed-informatik>

---

## **B. Kurzbeschreibung Studiengang und Lehreinheit**

Fach	Informatik
Abschluss	Master of Education Teilstudiengang (M.Ed.)
Anzahl der ECTS-Leistungspunkte	120
Studiendauer	4 Semester / 2 Jahre
Studienform	Vollzeitstudium
Art des Studiengangs	Konsekutiv
Regelstudienzeit	4 Semester
Hochschule	Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Fakultät	Technische Fakultät
Institut	Institut für Informatik
Homepage	<a href="https://www.tf.uni-freiburg.de/de/studienangebot/informatik/m-ed-informatik">https://www.tf.uni-freiburg.de/de/studienangebot/informatik/m-ed-informatik</a>
Kurzprofil des Teilstudiengangs Informatik	<p>Der Studiengang Master of Education umfasst insgesamt 120 ECTS-Punkte, aufgeteilt in 2 Fächer (je 27 ECTS-Punkte), Bildungswissenschaften und Schulpraxis (51 ECTS-Punkte) und die Masterarbeit (15 ECTS-Punkte).</p> <p>Im Fach Informatik sind 17 ECTS-Punkte im Bereich der Fachwissenschaft und 10 ECTS-Punkte im Bereich der Fachdidaktik zu erwerben.</p> <p>Im Fokus der Fachdidaktik stehen Kompetenzen, die für eine berufliche Tätigkeit als Informatiklehrerin oder Informatiklehrer an Gymnasien oder beruflichen Schulen erforderlich sind.</p>
Ausbildungsziele/ Qualifikationsziele des Studiengangs	<p>Die Absolventinnen und Absolventen verfügen über vertieftes fachwissenschaftliches und fachdidaktisches Wissen in Informatik, das es ihnen ermöglicht, gezielte Vermittlungs-, Lern- und Bildungsprozesse im Fach Informatik zu gestalten und neue fachliche und fächerverbindende Entwicklungen selbstständig in den Unterricht und in die Schulentwicklung einzubringen.</p> <p>Die Studierenden erwerben weiterführende Kenntnisse in allgemeinen Informatik relevanten Prinzipien und in ausgewählten Teilgebieten der Informatik sowie vertiefte fachdidaktische Kompetenzen, die für eine berufliche Karriere als Lehrer*in am Gymnasium oder an den Beruflichen Schulen (Sekundarstufe II) erforderlich sind. Die Studierenden kennen die informatischen Strukturen und Methoden einschließlich der fachlichen Begriffswelt. Sie können die erlernten Konzepte des wissenschaftlichen Arbeitens auf bisher</p>

	unbekannte Problemstellungen transferieren und in Realsituationen einsetzen.
Sprache(n)	Deutsch und (im Wahlpflichtbereich) Englisch
Zugangsvoraussetzungen	Zum Studium im Studiengang Master of Education für das Lehramt Gymnasium im Fach Informatik wird zugelassen, wer 1. einen ersten Abschluss an einer deutschen Hochschule in einem lehramtsbezogenen Bachelorstudiengang für einen Lehramtstyp der Rahmenvereinbarungen der Kultusministerkonferenz im Fach Informatik oder in einem gleichwertigen mindestens dreijährigen Studiengang an einer deutschen oder ausländischen Hochschule erworben hat, 2. über Kenntnisse der deutschen Sprache verfügt, die mindestens dem Niveau C1 des Gemeinsamen europäischen Referenzrahmens für Sprachen entsprechen, sowie über Kenntnisse der englischen Sprache, die mindestens dem Niveau B2 des Gemeinsamen europäischen Referenzrahmens für Sprachen entsprechen, und 3. die Online-Selbstreflexion Lehramtsstudium und Lehrer*innenberuf (OSEL) des Freiburg Advanced Center of Education oder ein äquivalentes Orientierungsverfahren für das Lehramtsstudium an einer anderen deutschen Hochschule absolviert hat.
Einschreibung zum Sommer- und / oder Wintersemester	Studienbeginn zum Sommersemester und zum Wintersemester (empfohlen) möglich
Datum/Version	Stand April 2025 / PO-Version 2018

### C. Profil des Studiengangs mit fachlichen und überfachlichen Qualifikationszielen

Der **Studiengang Master of Education** hat einen Leistungsumfang von 120 ECTS-Punkten; die Regelstudienzeit beträgt einschließlich der Zeit für die Anfertigung der Masterarbeit vier Semester. Der Studiengang gliedert sich in zwei wissenschaftliche Fächer mit einem Leistungsumfang von jeweils 27 ECTS-Punkten im Bereich der Fachwissenschaft und Fachdidaktik, sowie den bildungswissenschaftlichen Bereich (35 ECTS-Punkte) und das Schulpraxissemester (16 ECTS-Punkte) mit einem Leistungsumfang von insgesamt 51 ECTS-Punkten. Die Masterarbeit im Umfang von 15 ECTS-Punkten in einem der Fächer oder in den Bildungswissenschaften komplettiert das Studium.

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht den Aufbau des kompletten Studiengangs:

1. Wissenschaftliches Fach	2. Wissenschaftliches Fach	Lehramtsspezifische Anteile	Erweiterungsfach
Fachwissenschaft 17 ECTS-Punkte	Fachwissenschaft 17 ECTS-Punkte	Bildungswissenschaften 35 ECTS-Punkte	Ergänzendes Masterstudium im Umfang von 90 oder 120 ECTS-Punkten
Fachdidaktik 10 ECTS-Punkte	Fachdidaktik 10 ECTS-Punkte	Schulpraxissemester 16 ECTS-Punkte	
Masterarbeit 15 ECTS-Punkte			

Die beiden wissenschaftlichen Fächer, die ihre Grundlagen im lehramtsbezogenen Bachelorstudium haben, werden von den entsprechenden Fakultäten der Universität Freiburg angeboten. Für die Lehramtsspezifischen Anteile kooperiert die Universität mit der Pädagogischen Hochschule Freiburg sowie den Seminaren für Ausbildung und Fortbildung der Lehrkräfte im Regierungsbezirk Freiburg; diese Kooperationen und auch die Koordination im Vorfeld des Schulpraxissemesters liegen in der Hand der School of Education FACE (Freiburg Advanced Center of Education). Weiterführende Informationen zum allgemeinen Konzept des Studiengangs Master of Education finden Sie auf deren Webseite unter: <https://www.face-freiburg.de/studium-lehre/vor-studium/angebot-uni/master/>

Im Mittelpunkt in diesem zweiten Schritt der Lehramtsausbildung an der Universität Freiburg steht das Kohärenz-Prinzip, das bei der Konzeption des Studiengangs sowohl fachübergreifend in der Breite als auch im Aufbau innerhalb der einzelnen Fachbereiche berücksichtigt wurde. Für interdisziplinäre Kohärenz sorgt insbesondere das Portfolio, in dem die Studierenden die methodischen und konzeptionellen Studieninhalte und ihre Zusammenhänge mit anwendungsorientierten Anteilen analysieren und deren Verknüpfung mit dem Schulpraxissemester dokumentieren und reflektieren. So wird auf unterschiedlichen Ebenen zur Wissensvernetzung, dem Erkennen der Komplementarität von Wissensbeständen, der Wahrnehmung und Beurteilung von Unterrichtssituationen und der Reflexion eigener unterrichtlicher Handlungen der Studierenden angeregt.

Im **Fach Informatik** sind 17 ECTS-Punkte im Bereich der Fachwissenschaft und 10 ECTS-Punkte im Bereich der Fachdidaktik zu erwerben.

Der Studiengang vermittelt aufbauend auf den Kenntnissen und Fertigkeiten aus dem Grundstudium im vorangegangenen lehramtsbezogenen Bachelor vertiefte fachwissenschaftliche, methodische und fachpraktische Inhalte und weiterführende fachdidaktische Kompetenzen. Die Studierenden erwerben darüber hinaus anwendungsbezogene Forschungskompetenz und überfachliche Berufsfeld orientierte Kompetenzen.

Der nach erfolgreichem Studium verliehene akademische Grad „Master of Education“ (M.Ed.) bildet den zweiten berufsqualifizierenden Abschluss und eröffnet die Möglichkeit der Aufnahme des Vorbereitungsdienstes an Schulen.

### C.1 Qualifikationsziele von Absolvent\*innen des Master of Education im Fach Informatik

Da die Informatik einer fortlaufenden Weiterentwicklung unterworfen ist, müssen Lehrkräften in diesem Fach in der Lage sein, sich stetig an neue Erkenntnisse anzupassen und sich weiter zu bilden. Ein Schwerpunkt des Studiums liegt daher neben den fachlichen und fachdidaktischen Kompetenzen auch auf der Vermittlung von Fähigkeiten, sich neues Wissen selbst anzueignen und dazu didaktische Konzepte zu entwickeln.

Absolventinnen und Absolventen des Master of Education Informatik verfügen über ein erweitertes und vertieftes fachwissenschaftliches und fachdidaktisches Wissen in Informatik, das es ihnen ermöglicht, gezielte

Vermittlungs-, Lern- und Bildungsprozesse im Fach Informatik zu gestalten und neue fachliche und fächerverbindende Entwicklungen selbstständig in den Unterricht und in die Schulentwicklung einzubringen. Reflexionsfähigkeiten ermöglichen eine kritische Auseinandersetzung mit aktuellen Themen und Paradigmen auf dem Gebiet der Informatik und lassen ein Urteil über deren Einbinden in den Unterricht zu. Das umfassende fachliche und didaktische Verständnis der Absolventinnen und Absolventen ermöglicht ihnen die Mitgestaltung des weiteren Ausbaus von Informatik im schulischen Umfeld über den aktuellen Stand hinaus.

Bei Studierenden, die nicht den polyvalenten 2-Hauptfächer-Bachelor in Freiburg studiert haben, wird bei der Zulassung zum Master of Education überprüft, ob geforderte fachliche, bildungswissenschaftliche oder schulpraktische Qualifikationen fehlen und daher während des Masterstudiums durch das Absolvieren zusätzlicher Lehrveranstaltungen und Leistungen aus dem polyvalenten Bachelorstudiengang nachgeholt werden müssen. Eine Kompensation fehlender Kenntnisse und Kompetenzen durch Nachholen von Modulen und Veranstaltungen des Bachelorprogramms ist insbesondere erforderlich, wenn im Zuge der Ausnahmeregelung für Mängelfächer ein Seiteneinstieg über den Fachbachelor erfolgte. Leistungen, die im Rahmen der zusätzlichen Module und Veranstaltungen absolviert werden müssen, um schließlich für alle Studierenden am Ende des Studiums im Master of Education das gleiche Kompetenzniveau garantieren zu können, müssen bis zur Anmeldung der Masterarbeit nachgeholt worden sein.

## C2. Fachliche Qualifikationsziele

Absolvent\*innen und Absolventen

- können informatische Sachverhalte in verschiedenen Anwendungsbezügen und Sachzusammenhängen sowie gesellschaftliche Auswirkungen erfassen, bewerten und erklären.
- können Realsituationen analysieren und strukturieren, um diese der Verarbeitung mit Methoden der Informatik zugänglich zu machen.
- können informatikspezifische Inhaltskonzepte und Prozesskonzepte auf andere Anwendungsfelder übertragen und ihre erworbenen informatischen Kompetenzen in außerinformatischen Kontexten nutzen.
- können die Langlebigkeit und Übertragbarkeit zentraler informatischer Fachkonzepte beurteilen.
- kennen die verschiedenen Sicht- und Arbeitsweisen der Informatik von ingenieurmäßigen Zugängen wie Analysieren und Konstruieren über mathematische Verfahren zur Erkenntnisgewinnung wie Formalisieren und Beweisen bis hin zu gesellschaftswissenschaftlichen und empirischen Methoden wie Experimentieren und Simulieren.
- können informatische Konzepte wie Datenmodellierung und -strukturierung bei der Nutzung von Standardanwendungen vermitteln.

Einen Überblick über das Kompetenz-Raster im Vergleich zu den Studieninhalten entsprechend der Vorgaben in der Rahmen-Verordnung des Kultusministeriums ist als PDF im Abschnitt "Studieninhalt & -plan" auf der Webseite zum Master of Education Informatik verlinkt:

<https://www.tf.uni-freiburg.de/de/studienangebot/informatik/m-ed-informatik>

## C3. Überfachliche Qualifikationsziele

Absolvent\*innen

- besitzen fachübergreifende Problemlösekompetenzen und können sich selbst und ihre Leistungen soweit einschätzen, dass sie zur Planung und Durchführung verschiedenster Projekte fähig sind
- sind befähigt zu selbständiger Informationssammlung und Urteilsfähigkeit sowie zu eigenständigem Weiterlernen im Bereich der Informatik
- können sich auf neue Technologien einstellen und ihr Wissen auf zukünftige Entwicklungen übertragen
- verfügen über weiterführende Kompetenzen in den Bereichen Mediennutzung, Kommunikation und Sprache

- haben Analyse und Entscheidungskompetenzen im Bereich fachlicher, gesellschaftlicher und ethischer Aspekte
  - kennen die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis und verfügen über Fertigkeiten zur problemorientierten wissenschaftlichen Recherche sowie Fähigkeit zur kritischen Beurteilung von Forschungsergebnissen
  - verfügen über Team- und Kooperationsfähigkeit und können Verantwortung gegenüber sich selbst und anderen übernehmen
- 

## **D. Besonderheiten des Teilstudiengangs Informatik (hinsichtlich Kooperationen, Praktika und Auslandsaufenthalten)**

Die **Bildungswissenschaftlichen Anteile** des Studiums finden in Kooperation mit der Pädagogischen Hochschule Freiburg statt. Diese Kooperation wird im Rahmen der School of Education „Freiburg Advanced Center of Education“ (FACE) geregelt. Die School of Education FACE ist eine gemeinsame hochschulübergreifende Einrichtung der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, der Pädagogischen Hochschule Freiburg und der Hochschule für Musik Freiburg im Bereich Lehrer\*innenbildung. Hier werden die spezifischen Stärken der beteiligten Hochschulen insb. im Bereich der Ausbildung und Qualifizierung von Lehramtsstudierenden verbunden. Die School of Education FACE arbeitet eng mit den örtlichen Schulen, den Staatlichen Seminaren für die Ausbildung und Fortbildung der Lehrkräfte sowie den Schulbehörden zusammen. Vor allem in Bezug auf die Koordination und Organisation des **Schulpraxissemesters** sowie beim Übergang in ein dem Studium nachfolgendes Referendariat ist die frühzeitige Vernetzung aller verantwortlichen Stellen wertvoll.

Die Webseite der School of Education FACE dient als zentraler Ausgangspunkt und Wegweiser für alle Angebote, Informationen und Aktivitäten mit Bezug zum Lehramt am Standort Freiburg:

<https://www.face-freiburg.de>

Für die **Fachdidaktik der Informatik** konnten Personen aus der Berufspraxis (d.h. Lehrer\*innen beruflicher Schulen (Gymnasialzweig) und allgemeinbildender Gymnasien aus dem Raum Freiburg) gewonnen werden. Dies ermöglicht einen direkten fachspezifischen Bezug in die Schulpraxis hinein und führt darüber auch zu Forschungsgelegenheiten im Rahmen der Fachdidaktik, die ohne direkten Kontakt zum Schulalltag nur schwer zu simulieren sind.

Angesichts der anspruchsvollen zeitlichen Gestaltung des Studiengangs Master of Education sind **Auslandsaufenthalte** im Studium nicht vorgesehen. Studierende, die ihren kulturellen Horizont durch ein Auslandssemester erweitern möchten, müssen mit einer Verlängerung der Studienzeit rechnen. Nehmen sie das in Kauf, finden die Studierenden Informationen und Unterstützung durch verschiedene Stellen, wie das International Office der Universität und die/der Erasmus-Beauftragte/n der Fakultät bei Planung und Koordination, und durch die Studienberatung bezüglich sinnvoller Anpassungen im individuellen Studienverlaufsplan.

---

## **E. Darstellung aller Module und des Musterstudienverlaufs**

### **E.1 Struktur des Studiengangs**

Wie bereits beim grundständigen lehramtsbezogenen Bachelor orientiert sich die Struktur dieses Studiengangs an den Vorgaben der Rahmenverordnung des Kultusministeriums. Unter Berücksichtigung der bereits im Bachelorstudium vermittelten Kernkompetenzen für das Fach Informatik (die in ihrer Ausrichtung sowohl auf die Sekundarstufe I als auch auf das Gymnasium zielen) werden im Master of Education für das Fach Infor-

matik die geforderten weiterführenden fachlichen und didaktischen Kenntnisse erweitert und insbesondere für das gymnasiale Umfeld vertieft.

Da im Teilstudiengang Informatik bereits alle zwingend erforderlichen Kernkompetenzen im Rahmen des Bachelorstudiums zumindest grundlegend vermittelt werden, wird im Master of Education eine individuelle Erweiterung der fachlichen Inhalte um zusätzliche, aktuell relevante Themengebiete der Informatik (wie z.B. Künstliche Intelligenz, Maschinelles Lernen, Computergrafik, Softwareentwurf, Sicherheit, Verteilte Systeme) angestrebt. Die konkrete Auswahl der Themenbereiche liegt dabei in der Eigenverantwortung der Studierenden, um ihnen so bereits im Studium die Notwendigkeit zu vermitteln, sich selbstmotiviert mit den aktuellsten Entwicklungen in der Informatik zu beschäftigen und so technisch und anwendungsbezogen auf dem neusten Stand zu bleiben, was für einen zeitgemäßen Unterricht unerlässlich ist. Ähnliches gilt für überfachliche Themen im Bereich Informatik, Mensch und Gesellschaft, wo die kritische Einschätzung von möglichen Auswirkungen neuer Entwicklungen in Informatikbereichen wichtig ist. Gleiches gilt für die fachdidaktischen Kenntnisse und Fertigkeiten sowie deren Einsatz.

Im **Fachwissenschaftlichen Teil** (mit 27 ECTS-Punkten) werden im Rahmen zweier Wahlpflichtmodule „Informatik – Vertiefung I“ und II mit einer umfangreichen Auswahl an Weiterführenden Vorlesungen und Spezialvorlesungen vertiefende Inhalte der Informatik vermittelt; in einem der Module kann stattdessen auch ein Praktikum aus dem entsprechenden Angebot des Instituts für Informatik gewählt werden. Hinzu kommt eine fachwissenschaftliche Projektarbeit, die zeitlich flexibel von den Studierenden bearbeitet werden kann.

In welchem Semester die beiden Wahlpflichtmodule absolviert werden, hängt von den konkret gewählten Veranstaltungen ab (Vorlesungen werden in der Regel im jährlichen Turnus angeboten); die große Auswahl an wählbaren Lehrveranstaltungen ermöglicht den Studierenden eine sehr flexible Gestaltung ihres Studienplans. Dies wirkt sich angesichts der schwierigen Rahmenbedingungen in Bezug auf die Vereinbarkeit von zwei Studienfächern mit zahlreichen Kombinationsmöglichkeiten, den Bildungswissenschaften und Schulpraxissemester innerhalb der kurzen Regelstudienzeit von vier Semestern sehr positiv auf die Studierbarkeit aus.

In der **Fachdidaktik** (10 ECTS) findet zuerst – aufbauend auf den Grundlagen aus dem vorhergehenden lehramtsbezogenen Bachelorstudium – eine Vertiefung der theoretischen, praktischen und methodischen Prinzipien und Kenntnisse im Rahmen einer von Übungen begleiteten Vorlesung statt. Danach erfolgt in einem Forschungsprojekt der Transfer zur Anwendung.

Der Aufbau dieser Bereiche wird im Epilog näher erläutert.

Ein Modellstudienplan auf der Webseite bietet einen exemplarischen Überblick, wie die einzelnen Studienbereiche im Teilstudiengang Informatik im Zusammenspiel mit dem zweiten Fach und den Bildungswissenschaften bzw. der Schulpraxis über die vier Semester der Regelstudienzeit verteilt werden können:

[https://www.tf.uni-freiburg.de/bilder/studium\\_lehre/studienplaene/med-informatik-po-2018-semesterweise](https://www.tf.uni-freiburg.de/bilder/studium_lehre/studienplaene/med-informatik-po-2018-semesterweise)

Angebote im Rahmen der Wahlpflichtveranstaltungen können (je nach gewählter Veranstaltung) auch in einem anderen Semester absolviert werden, da es in jedem Semester unterschiedliche Veranstaltungen im Rahmen dieser Module gibt. Die Projektarbeiten in Fachwissenschaft und Fachdidaktik können unabhängig der Vorlesungszeiten absolviert werden. Dies unterstützt bei der zeitlichen Koordination mit dem 2. Fach, den Bildungswissenschaften und der Schulpraxis.

---

## F. Lehr- und Lernformen

**Vorlesungen** und die dazugehörigen Übungen stellen den größten Teil der Lehrveranstaltungen dieses Studiengangs dar. Die Vorlesungen dienen der zusammenhängenden Darstellung und Vermittlung von informatischem Grund- und Spezialwissen sowie von methodischen Kenntnissen. Die Vorlesung erfüllt eine zentrale

Funktion; sie stellt Fakten, Strukturen und Wirkungszusammenhänge eines Sachgebiets zusammenfassend dar und vermittelt allgemeines Wissen.

In begleitenden **Übungen** werden die erworbenen Sach- und Methodenkenntnisse sowie Arbeitstechniken in selbständiger wissenschaftlicher Arbeit angewendet und trainiert. In der Regel werden Übungen wie folgt abgehalten: Dafür bearbeiten die Studierenden im ersten Teil fachspezifische Fragestellungen methodisch und eigenständig. Im zweiten Teil der Übungen werden die Arbeitsergebnisse unter Anleitung eines Tutors/einer Tutorin besprochen. Durch qualifiziertes Feedback zu ihrer Eigenleistung und dem Aufdecken von Fehlerquellen verbessern die Studierenden ihre Lösungskompetenzen.

**Praktika** dienen dem Erwerb fachbezogener praktischer und methodischer Fertigkeiten. Sie verlangen in erhöhtem Maße eine Eigentätigkeit der Studierenden und werden häufig in einem speziellen Rahmen durchgeführt, z.B. in entsprechend ausgestatteten Laborräumen oder in Kleingruppenarbeit mit zur Verfügung gestellten Materialkoffern. Entsprechend kann hier Anwesenheitspflicht gefordert werden. Die Leistungsüberprüfung in Praktika werden in den meisten Fällen durch eine schriftliche Ausarbeitung, Protokolle, Übungsblätter, Versuche und/oder durch eine Präsentation absolviert.

In **Projekten** lernen die Studierenden, komplexe Probleme bzw. Herausforderungen in Gruppen oder alleine kritisch zu analysieren und (ggf. gemeinsam) Lösungen bzw. Lösungswege zu erarbeiten. Bei dieser Arbeit werden Kenntnisse und Fähigkeiten praktisch angewandt. Als offene und lösungsorientierte Lehrveranstaltungsform baut die Projektarbeit auf einen starken Praxisbezug und die Förderung der Kommunikations- und ggf. Kooperationsfähigkeit durch Teamarbeit auf. Eine authentische, selbstgewählte oder vorgegebene Aufgabenstellung wird alleine oder im Team vollständig bearbeitet. Projekte werden meist auf Basis einer schriftlichen Ausarbeitung, eines erstellten Demonstrators und/oder einer Präsentation bewertet.

Für das die Vorlesungen ergänzende Selbststudium und bei Projektarbeiten erforderliche Hintergrundrecherche hält die Universitätsbibliothek (insbesondere mit der fakultätseigenen Außenstelle) die notwendige Literatur bereit.

---

## G. Erläuterung des Prüfungssystems

Das Erreichen der Qualifikationsziele wird studienbegleitend geprüft. Der überwiegende Teil der Module (4 von 5) wird durch die Absolvierung einer Prüfungsleistung (PL) abgeschlossen. Die Wahlpflichtmodule verlangen zusätzliche Studienleistungen (SL) nur je nach Qualifikationsziel. Die Details sind in den fachspezifischen Bestimmungen und den einzelnen Modulbeschreibungen im vorliegenden Modulhandbuch nachzulesen. Eine weitere Präzisierung erfolgt durch den/die Lehrende(n) zu Beginn der jeweiligen Lehrveranstaltung.

Der Studiengang wird durch die schriftliche Masterarbeit (15 ECTS) in einem der beiden Fächer oder im Bereich der Bildungswissenschaften abgeschlossen, in der die Studierenden zeigen, dass sie in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Thema aus dem von ihnen hierfür bestimmten Fach selbständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten und die Ergebnisse sachgerecht darzustellen.

### G.1 Prüfungsleistungen

Ein Modul wird in der Regel mit einer Prüfung abgeschlossen. Art und Umfang der studienbegleitenden Prüfungsleistungen sind in der fachspezifischen Prüfungsordnung sowie im jeweils geltenden Modulhandbuch festgelegt und werden den Studierenden zusätzlich zu Beginn der jeweiligen Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Schriftliche Prüfungsleistungen sind Klausuren (schriftliche Aufsichtsarbeiten) und schriftliche Ausarbeitungen. Mündliche Prüfungsleistungen sind mündliche Prüfungen (Prüfungsgespräche) und mündliche Präsentationen. Praktische Prüfungsleistungen bestehen in der Durchführung von Versuchen oder der Erstellung von Demonstratoren oder Software. Prüfungsleistungen (wie auch Studienleistungen) können auch als Online-Klausur absolviert werden, in Übereinstimmung mit den aktuellen Prüfungsordnungen und Rahmenordnungen der Universität Freiburg.

Die Dauer von Klausuren beträgt zwischen mindestens 60 und höchstens 240 Minuten. Die Termine für Klausuren sowie die zulässigen Hilfsmittel werden den Studierenden rechtzeitig in geeigneter Weise bekanntgegeben. Die Dauer einer mündlichen Prüfung (die als Einzel- oder als Gruppenprüfung durchgeführt werden kann) beträgt je Prüfling mindestens zehn und höchstens 30 Minuten; sofern es sich bei der mündlichen Prüfung um eine Modulabschlussprüfung handelt, beträgt die maximale Dauer je Prüfling 45 Minuten. Vorträge haben üblicherweise eine Dauer von 10-20 Minuten (je nach Thema und Zweck; Details werden von den Lehrenden in der jeweiligen Lehrveranstaltung bekannt gegeben. Der Umfang (Seitenzahl) von schriftlichen Ausarbeitungen variiert je nach Themenfeld und Format und wird daher durch die Lehrenden in der Veranstaltung spezifiziert.

Für studienbegleitende Prüfungsleistungen ist eine fristgerechte Prüfungsanmeldung über das Prüfungsverwaltungssystem HISinOne notwendig. Die genauen Termine und Modalitäten für den Fachbereich Informatik finden sich auf der Homepage des Prüfungsamts der Technischen Fakultät (<https://www.tf.uni-freiburg.de/de/studium-lehre/a-bis-z-studium/pruefungen>).

Sofern nicht anders in der Prüfungsordnung oder im Modulhandbuch definiert ist, gilt, dass die Note des Moduls sich zu 100% aus der genannten Prüfungsleistung des Moduls errechnet. Diese Note geht in die Abschlussnote des Studiums ein. Die Abschlussnote für das Fach Informatik errechnet sich als das nach ECTS-Punkten gewichtete arithmetische Mittel der Modulnoten im Bereich der Fachwissenschaft und der Fachdidaktik. Die Gesamtnote der Masterprüfung wird aus den Abschlussnoten in den beiden gewählten Fächern sowie in den Bildungswissenschaften und der Note der Masterarbeit gebildet und ist genauer in der Rahmenprüfungsordnung des Master of Education spezifiziert.

Für die Leistungen im Bereich der Bildungswissenschaften, das Schulpraxissemester und für die Abschlussdokumente ist das Zentrale Prüfungsamt Master of Education der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg zuständig. (<https://www.face-freiburg.de/studium-lehre/zentrales-pruefungsamt-m-ed-uni>)

## G.2 Studienleistungen

Studienleistungen sind individuelle schriftliche, mündliche oder praktische Leistungen, die von Studierenden im Zusammenhang mit Lehrveranstaltungen erbracht werden, die aber nur bestanden werden müssen. Studienleistungen können beliebig oft wiederholt werden, bis sie bestanden sind. Sie können benotet werden, müssen aber nicht, und gehen nicht in die jeweilige Abschlussnote (also Abschlussnote des Moduls wie auch Abschlussnote des Studiums) ein. Umfang und Art der Studienleistungen sind im jeweils geltenden Modulhandbuch festgelegt und werden den Studierenden zu Beginn der jeweiligen Lehrveranstaltung bekanntgegeben.

Studienleistungen können bestehen aus:

- regelmäßiger Teilnahme an einer Lehrveranstaltung
- der Bearbeitung von Übungs- und/oder Projektaufgaben
- schriftlichen Ausarbeitungen wie z.B. Projektberichten, Protokollen, Fallstudien, Wikis, Webseiten oder Postern
- Klausuren oder Testat(en) (also schriftliche Aufsichtsarbeiten, ggf. auch online, oder als open-book Prüfung)
- mündlichen Prüfungen (Prüfungsgespräche)
- mündlichen Präsentationen wie z.B. Referaten oder das Vorrechnen
- Erstellung von Demonstratoren oder Software
- Durchführung von bzw. Teilnahme an Versuchen

Prüfungsvorleistungen (d.h. Zulassungsvoraussetzungen für Prüfungsleistungen innerhalb eines Moduls) gibt es im Master of Education Teilstudiengang Informatik nicht, da diese studienverlängernd wirken können. Erfordert ein Modul das Erbringen einer Studien- und einer Prüfungsleistung, können diese gegebenenfalls unabhängig voneinander erbracht werden. D.h. das Erbringen der Studienleistung ist keine zwingende Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfungsleistung, wobei es in den meisten Fällen aus didaktischer Sicht sinnvoller ist, die Studienleistung vor der Prüfungsleistung zu erbringen.

Da alle endnotenrelevanten Modulnoten einfach nach ECTS-Punkten gewichtet in die Endnote des Fachs Informatik eingehen, wurde darauf verzichtet, dies in jeder einzelnen Modulbeschreibung zu erwähnen. Es wird in diesem Zusammenhang auf die Prüfungsordnung verwiesen.

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Masterarbeit	11LE13MO-8000-MEd-079-2018
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Hannah Bast	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	15,0
Arbeitsaufwand	450 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	
Mögliche Fachsemester	4
Moduldauer	4 Monate
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Semester statt

<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
Zur Masterarbeit wird zugelassen, wer im Studiengang Master of Education für das Lehramt Gymnasium insgesamt mindestens 60 ECTS-Punkte erworben hat.
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Fortgeschrittene Kenntnisse in den Bereichen der praktischen, angewandten, technischen und theoretischen Informatik, Programmierkenntnisse, vertiefte fachdidaktische Kenntnisse, ggf. spezielle Kenntnisse aus dem Themenbereich, in dem die Arbeit angefertigt wird

<b>Zugehörige Veranstaltungen</b>					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand

<b>Inhalte</b>
Das Thema der Arbeit wird von einem Professor bzw. einer Professorin des Instituts für Informatik in Absprache mit dem/der Studierenden ausgegeben. Wird die Arbeit im fachdidaktischen Bereich angefertigt, kann eine Kooperation zwischen dem Fachdidaktik-Dozenten/der Fachdidaktik-Dozentin und einem Professor bzw. einer Professorin des Instituts für Informatik sinnvoll sein. Die Bearbeitung des Themas kann auch außerhalb der Technischen Fakultät erfolgen, wenn ein Professor/eine Professorin des Instituts für Informatik der Begutachtung und Bewertung der Arbeit zustimmt. In der Regel wird dem/der Studierenden eine Betreuungsperson mit Qualifikation auf Universitätsniveau zugeordnet.
Die fachlichen Inhalte sind aufgabenspezifisch und werden überwiegend im Selbststudium durch eigenständige Recherchen erworben.
<b>Lern- und Qualifikationsziele des Moduls</b>
Die Masterarbeit ist eine schriftliche Prüfungsarbeit, in der der/die Studierende zeigen soll, dass er/sie in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Thema selbständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten und die Ergebnisse sachgerecht darzustellen.

Dabei sollen die Studierenden die Fähigkeit gewinnen und nachweisen, sich in eine neue Aufgabe systematisch einzuarbeiten. Dazu führen sie eine Literaturrecherche durch, wählen geeignete wissenschaftliche Verfahren und Methoden aus und setzen sie ein, passen sie an bzw. entwickeln sie weiter. Die Aufgabenstellung kann entweder von theoretischer Natur sein, auf praktische Problemstellungen bezogen sein oder in Verbindung mit fachdidaktischen Ansätzen stehen.

Die Studierenden nutzen die im bisherigen Studium erworbenen Fähigkeiten, um die erarbeiteten Ergebnisse kritisch mit dem Stand der Forschung zu vergleichen und zu evaluieren. Sie stellen ihre Ergebnisse klar und in angemessener Form in ihrer schriftlichen Arbeit dar und folgen dabei den Regeln redlicher wissenschaftlicher Arbeit.

#### Zu erbringende Prüfungsleistung

Schriftliche Ausarbeitung.

Die Masterarbeit kann in deutscher oder englischer Sprache verfasst werden. Ist die Masterarbeit in englischer Sprache verfasst, muss sie als Anhang eine Zusammenfassung in deutscher Sprache enthalten.

#### Zu erbringende Studienleistung

keine

Literatur

Themenbezogen

#### Bemerkung / Empfehlung

Die Masterarbeit ist nach Wahl des/der Studierenden in einem der beiden gewählten Fächer oder in den Bildungswissenschaften anzufertigen.

#### Verwendbarkeit des Moduls

Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs

- Master of Education Informatik



Name des Kontos	Nummer des Kontos
Fachwissenschaft Informatik	11LE13KT-M.EdINFO_1000
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
ECTS-Punkte	17,0
Mögliche Fachsemester	1

Kommentar
<p>Im Bereich der Fachwissenschaft Informatik sind 17 ECTS-Punkte zu erwerben. Dafür müssen folgende Module absolviert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ eine Weiterführende Vorlesung <b>oder</b> eine Spezialvorlesung im Modul Informatik – Vertiefung I (6 ECTS)</li> <li>■ eine Weiterführende Vorlesung <b>oder</b> eine Spezialvorlesung <b>oder</b> ein Praktikum im Modul Informatik – Vertiefung II (6 ECTS)</li> <li>■ eine Projektarbeit in Informatik (5 ECTS)</li> </ul>

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Informatik - Vertiefung I	11LE13KT-M.EdINFO-K1
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
ECTS-Punkte	6,0
Mögliche Fachsemester	1

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Weiterführende Vorlesungen 1	11LE13KT-WV1
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
ECTS-Punkte	6,0

↑

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

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Wintersemester statt

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlegende Kenntnisse über Algorithmen und Datenstrukturen, vergleichbar mit denen aus der Vorlesung "Algorithmen und Datenstrukturen", werden vorausgesetzt.

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 des Moduls
Das Design und die Analyse von Algorithmen sind für die Informatik von grundlegender Bedeutung. Studierenden kennen wichtige algorithmische Techniken und können diese anwenden und ggfs. an neue Bedürfnisse anpassen. Sie beherrschen die Grundprinzipien des Algorithmenentwurfs sind und in der Lage, auch komplexe Datenstrukturen zur Implementation von Algorithmen zu verwenden. Sie können die Mächtigkeit algorithmischer Entwurfsprinzipien, wie Randomisierung und Dynamische Programmierung, einschätzen und können anspruchsvolle Verfahren zur Analyse von nach solchen Prinzipien entworfenen Verfahren anwenden.

<p>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.</p>
<p>Zu erbringende Prüfungsleistung</p>
<p>Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten)   Written exam (usually 90 to 180 minutes)</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 50% aller Punkte 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 50% of all exercise points.</p>
<p>Bemerkung / Empfehlung</p>
<p>Die Übungen sollen in Gruppen von 2 Studierenden bearbeitet werden. Bitte schließen Sie sich mit einem/einer Kommilitonen/Kommilitonin zusammen und schicken Sie eine E-Mail (mit Name und Matrikelnummer beider Studierender) an den Dozenten.   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.</p>
<p>Verwendbarkeit des Moduls</p>
<p>Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik</li><li>■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)</li><li>■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)</li><li>■ M.Ed. Informatik (PO 2018)</li><li>■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)</li></ul> <p>Compulsory elective module for students of the study program</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Weiterführende Vorlesung   Advanced Lectures</li><li>■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Essential Lectures in Computer Science</li></ul>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Algorithmentheorie / Algorithms Theory	11LE13MO-M.EdINFO-2010
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
<p>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.</p> <p>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):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Divide and conquer: geometrical divide and conquer, fast fourier transformation</li> <li>■ Randomization: median, randomized quicksort, probabilistic primality testing, etc.</li> <li>■ Amortized analysis: binomial queues, Fibonacci heaps, union-find data structures</li> <li>■ Greedy algorithms: minimum spanning trees, bin packing problem, scheduling</li> <li>■ Dynamic programming: matrix chain product problem, edit distance, longest common subsequence problem</li> <li>■ Graph algorithms: network flows, combinatorial optimization problems on graphs</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level

Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene   See module level
Literatur
<ul style="list-style-type: none"><li>■ Jon Kleinberg and Éva Tardos: Algorithm Design, Addison Wesley</li><li>■ Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Robert L. Rivest, and Clifford Stein: Introduction to Algorithms, MIT Press</li><li>■ Thomas Ottmann and Peter Widmayer: Algorithmen und Datenstrukturen, Spektrum Akademischer Verlag</li></ul>
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
Algorithmentheorie / Algorithms Theory	11LE13MO-M.EdINFO-2010
<b>Veranstaltung</b>	
Algorithms Theory	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-2010
<b>Veranstalter</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
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
Bildverarbeitung und Computergraphik / Image Processing and Computer Graphics	11LE13MO-M.EdINFO-2050
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	Findet in jedem Sommersemester statt

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine   none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundlagenwissen in Algorithmen und Datenstrukturen sowie grundlegende mathematische Kenntnisse und Programmierkenntnisse in C / C ++   Fundamental mathematical knowledge and programming skills in C/C++

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
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 des Moduls
Die Studierenden haben einen Überblick über die grundlegenden Aufgaben und Verfahren in der Bildverarbeitung und Computergraphik. Sie kennen typische Bildverarbeitungsprobleme und Fragestellungen der generativen Computergraphik, können sie einordnen und aktuelle Literatur zu diesen Themen in ihren Grundzügen verstehen. 

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
Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten)   Written exam (usually 90 to 180 minutes)
Zu erbringende Studienleistung
keine   none
Bemerkung / Empfehlung
Die Teilnahme an den Übungen wird empfohlen, um sich auf die Prüfung vorzubereiten.   Participation in exercises is recommended to be prepared for the exam.
Verwendbarkeit des Moduls
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs <ul style="list-style-type: none"><li>■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik</li><li>■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)</li><li>■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)</li><li>■ M.Ed. Informatik (PO 2018)</li><li>■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)</li></ul> Compulsory elective module for students of the study program <ul style="list-style-type: none"><li>■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Weiterführende Vorlesung   Advanced Lectures</li><li>■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Essential Lectures in Computer Science</li></ul> 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
Bildverarbeitung und Computergraphik / Image Processing and Computer Graphics	11LE13MO-M.EdINFO-2050
<b>Veranstaltung</b>	
Image Processing and Computer Graphics	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-2050
<b>Veranstalter</b>	
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	Findet in jedem Sommersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
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.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Literatur</b>
Will be announced in each lesson.
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
keine   none
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Fundamental mathematical knowledge and programming skills in C/C++

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Bildverarbeitung und Computergraphik / Image Processing and Computer Graphics	11LE13MO-M.EdINFO-2050
<b>Veranstaltung</b>	
Image Processing and Computer Graphics	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-2050
<b>Veranstalter</b>	
Institut für Informatik Graphische Datenverarbeitung Institut für Informatik Mustererkennung u. Bildverarbeitung	

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

<b>Inhalte</b>
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.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Grundlagen der Künstlichen Intelligenz / Foundations of Artificial Intelligence	11LE13MO-M.EdINFO-2040
Verantwortliche/r	
Prof. 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	Findet in jedem Sommersemester statt

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

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 des Moduls
Studierenden haben einen Überblick über die verschiedenen Techniken der Künstlichen Intelligenz. Sie verstehen die Grundprinzipien der Künstlichen Intelligenz und wenden die Fachbegriffe im richtigen Zusammenhang an. Sie können Aufgaben im Bereich der Problemlösung und Suche interpretieren und die gelernten Algorithmen auch auf neue Situationen anwenden. Sie kennen die üblichen Repräsentationsarten und

<p>sind in der Lage, die vorgestellten Techniken zu analysieren und den Einsatz in neuen Situationen zu bewerten.</p> <p> </p> <p>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.</p>
<p>Zu erbringende Prüfungsleistung</p>
<p>Klausur (i.d.R. 90 bis 180 Minuten)   Written exam (usually 90 to 180 minutes)</p>
<p>Zu erbringende Studienleistung</p>
<p>keine   none</p>
<p>Bemerkung / Empfehlung</p>
<p>Die Bearbeitung der Übungsblätter ist freiwillig, wird aber dringend empfohlen. Die Prüfung wird ähnliche Aufgaben enthalten.</p> <p> </p> <p>Working on the exercise sheets is voluntary, but strongly recommended. The exam will contain similar tasks.</p>
<p>Verwendbarkeit des Moduls</p>
<p>Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik</li><li>■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)</li><li>■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)</li><li>■ M.Ed. Informatik (PO 2018)</li><li>■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)</li></ul> <p>Compulsory elective module for students of the study program</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Weiterführende Vorlesung   Advanced Lectures</li><li>■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Essential Lectures in Computer Science</li></ul> <p>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</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Grundlagen der Künstlichen Intelligenz / Foundations of Artificial Intelligence	11LE13MO-M.EdINFO-2040
<b>Veranstaltung</b>	
Foundations of Artificial Intelligence	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-2040
<b>Veranstalter</b>	
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	Findet in jedem Sommersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
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"> <li>■ Introduction to Artificial Intelligence, including a short history of Artificial Intelligence</li> <li>■ agents</li> <li>■ problem solving and search</li> <li>■ logic and knowledge representation</li> <li>■ action planning</li> <li>■ representation of and reasoning with uncertainty</li> <li>■ machine learning</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Artificial Intelligence: A modern approach, Stuart Russel and Peter Norvig, Prentice Hall, 2009</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
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
Grundlagen der Künstlichen Intelligenz / Foundations of Artificial Intelligence	11LE13MO-M.EdINFO-2040
<b>Veranstaltung</b>	
Foundations of Artificial Intelligence	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-2040
<b>Veranstalter</b>	
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	Findet in jedem Sommersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
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.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Machine Learning	11LE13MO-M.EdINFO-1153
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Joschka Bödecker 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	Findet in jedem Wintersemester statt

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine   none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>We recommend basic knowledge of optimization and of the scikit-learn Python library.</p>

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

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
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-M.EdINFO-1153
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Applications / typical problems dealt with by machine learning</li> <li>■ basic data analysis pipeline (from data recording to output shaping)</li> <li>■ software libraries</li> <li>■ linear methods (e.g. LDA, logistic regression, ICA, PCA, OLSR) for dimensionality reduction, classification, regression and blind source separation</li> <li>■ non-linear methods (e.g. support vector machines, kernel PCA, decision trees / random forests, neural networks) for classification and regression</li> <li>■ unsupervised clustering (e.g. k-means, DBSCAN)</li> <li>■ 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)</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Literatur</b>
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

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-M.EdINFO-1153
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
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.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
none
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
none

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Rechnerarchitektur / Computer Architecture	11LE13MO-M.EdINFO-2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Bernd Becker 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	Findet in jedem Wintersemester statt

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 des Moduls
Die Studierenden werden in Methoden zum Entwerfen von Computern eingeführt, die die Themen Testen und Verifizieren von digitalen Schaltkreisen, Prozessordaten und Steuerpfaden, Pipelining und Parallelität abdecken.

Sie lernen den RISC-V-Befehlssatz und die zugehörigen CPUs kennen. Die Studierenden lernen, die Leistung von Rechenmaschinen zu maximieren und die Richtigkeit von Schaltkreisen zu gewährleisten. Schließlich verstehen sie, wie sich die Restriktionen, die sich aus der Digitaltechnik und den spezifischen Rechnerarchitekturen ergeben, auf höhere Abstraktionsebenen, insbesondere die der Softwaretechnik, auswirken.

|  
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

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 Punkte pro Übungsblatt 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 points per exercise sheet.

#### 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

Teil der Spezialisierung Cyber-Physical Systems im Master of Science Informatik/Computer Science bzw. MSc Embedded Systems Engineering|

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
Rechnerarchitektur / Computer Architecture	11LE13MO-M.EdINFO-2020
<b>Veranstaltung</b>	
Rechnerarchitektur / Computer Architecture	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-2020
<b>Veranstalter</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
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
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Literatur</b>
Mainly: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ David A. Patterson, John L. Hennesey - "Computer Organization and Design - The Hardware Software Interface [RISC-V Edition]</li> </ul> Also helpful: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ J.Teich: Digitale Hardware/Software-Systeme, Springer Verlag, 1997.</li> <li>■ Becker, Bernd and Drechsler, Rolf and Molitor, Paul, „Technische Informatik – Eine Einführung“, Pearson Studium.</li> <li>■ Tanenbaum: Structured Computer Organization, Prentice Hall, 3rd Edition, 1990.</li> </ul>

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-M.EdINFO-2020
<b>Veranstaltung</b>	
Rechnerarchitektur / Computer Architecture	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-2020
<b>Veranstalter</b>	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Betriebssysteme	

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

<b>Inhalte</b>
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.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Softwaretechnik / Software Engineering	11LE13MO-M.EdINFO-2030
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	Findet in jedem Sommersemester statt

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine   none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Grundkenntnisse über praktische Konzepte, Algorithmen und Datenstruktur der Informatik, Programmierkenntnisse Teilnahme am Softwarepraktikum empfohlen (Bachelor of Science)    Basic knowledge about practical Computer Science concepts, algorithms and datastructure, Programming Skills

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

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
Die Studierenden beherrschen grundlegende Modellierungstechniken und Konstruktionsprinzipien für Softwaresysteme. Sie haben einen Überblick über die Aufgaben des Software-Engineering und die Techniken und Werkzeuge zur Bewältigung dieser Aufgaben. Sie kennen die wichtigsten Schritte bei der Softwareentwicklung (insbesondere Projektmanagement, Requirements Engineering, Entwurf, Test, formale Verifikation) mit Schwerpunkt auf formalen Methoden. Die Studierenden kennen die Grundlagen von Prozessmo-

dellen, Softwaremetriken, Ansätzen zur Anforderungsspezifikation und -analyse, (formalen) Modellierungs- und Analysetechniken, Entwurfs- und Architekturmustern, Testen und Programmverifikation und können diese Techniken in kleinem Umfang anwenden und sich fortgeschrittene Techniken selbstständig aneignen. Die Studierenden haben formale Methoden in Beispielszenarien angewandt und sind in der Lage zu beurteilen, in welchen Situationen solche Methoden sinnvoll einzusetzen sind.

|  
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

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 Punkte 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 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)
- 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

Teil der Spezialisierung Cyber-Physical Systems im Master of Science Informatik/Computer Science bzw. MSc Embedded Systems Engineering|

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
Softwaretechnik / Software Engineering	11LE13MO-M.EdINFO-2030
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Sommersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
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.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ludewig, J. and Lichter, H. Software Engineering</li> <li>■ Jacobson, I. et al. Object Oriented Software-Engineering - A Use Case Driven Approach</li> <li>■ Davis, A. Software Requirements - Analysis and Specification</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
keine   none
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Basic knowledge about practical Computer Science concepts, algorithms and datastructure, Programming Skills



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Softwaretechnik / Software Engineering	11LE13MO-M.EdINFO-2030
<b>Veranstaltung</b>	
Softwaretechnik / Software Engineering	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-2030
<b>Veranstalter</b>	
Institut für Informatik Programmiersprache Institut für Informatik Softwaretechnik	

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

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

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Spezialvorlesungen 1	11LE13KT-SV1
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
ECTS-Punkte	6,0

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Computer Graphics	11LE13MO-1106
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	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Wintersemester statt

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	Arbeitsaufwand
Advanced Computer Graphics	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden   hours
Advanced Computer Graphics	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
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"><li>■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung   Specialization Courses</li><li>■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science</li></ul> 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"><li>■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik</li><li>■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)</li><li>■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)</li><li>■ M.Ed. Informatik (PO 2018)</li><li>■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)</li></ul>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Advanced Computer Graphics	11LE13MO-1106
<b>Veranstaltung</b>	
Advanced Computer Graphics	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1106
<b>Veranstalter</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
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.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Dutre, Bala, Bekaert: Advanced Global Illumination, A K Peters, 2006</li> <li>■ Pharr, Humphreys: Physically Based Rendering, Elsevier, 2010</li> <li>■ Shirley, Keith Morley: Realistic Ray Tracing, A K Peters, 2003</li> <li>■ Suffern: Ray Tracing From The Ground Up, A K Peters, 2007</li> <li>■ Foley, vanDam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice -, Addison Wesley, ISBN 0-201-84840-6</li> <li>■ Tomas Moller and Eric Haines: Real-Time Rendering, A. K. Peters Limited, 1999, ISBN 1-56881-182-9</li> <li>■ David F. Rogers: Procedural Elements for Computer Graphics, McGraw-Hill, 1998, ISBN 0-07-053548-5</li> <li>■ OpenGL Programming Guide, Second Edition, Addison-Wesley, 1997, ISBN 0-201-461138-2</li> </ul>

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
<b>Veranstaltung</b>	
Advanced Computer Graphics	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1106
<b>Veranstalter</b>	
Institut für Informatik Graphische Datenverarbeitung	

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

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

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Bioinformatics I	11LE13MO-1309
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	Findet in jedem Wintersemester statt

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

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 des Moduls
<p>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.</p> <p>In the module we fundamental principles in biology are revised and illustrate target problems and associated applications.</p>

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
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs <ul style="list-style-type: none"><li>■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik</li><li>■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)</li><li>■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)</li><li>■ M.Ed. Informatik (PO 2018)</li><li>■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)</li></ul> Compulsory elective module for students of the study program <ul style="list-style-type: none"><li>■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung   Specialization Courses</li><li>■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science</li></ul> Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. M.Sc. Embedded Systems Engineering <b>and</b> Part of the specialization Biomedical Engineering (BE) in M.Sc. Embedded Systems Engineering

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Bioinformatics I	11LE13MO-1309
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
<p>Sequenzalignment:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ global und lokal, Distanz und Ähnlichkeit</li> <li>■ affine and beliebige Gap-Kostenfunktionen</li> </ul> <p>Substitutionsmatrizen und Markov-Ketten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Markov-Modelle und deren Eigenschaften</li> <li>■ Markov-Ketten und Substitutionsmatrizen, z.B. PAM</li> </ul> <p>Phylogenetische Bäume:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ hierarchische Methoden und clustering</li> <li>■ Markov-Prozesse und maximum likelihood</li> <li>■ quartet puzzling</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
<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
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
Participating in the 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.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Bioinformatik II / Bioinformatics II	11LE13MO-1310
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	4
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Sommersemester statt

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"> <li>■ Basic, simple knowledge of molecular biology</li> <li>■ Basic knowledge of algorithms, such as from computer science undergraduate / bachelor's degree</li> </ul>

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

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
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 com-

pile 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"><li>■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung   Specialization Courses</li><li>■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science</li></ul> Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. M.Sc. Embedded Systems Engineering <b>and</b> Part of the specialization Biomedical Engineering (BE) in M.Sc. Embedded Systems Engineering  Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs <ul style="list-style-type: none"><li>■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik</li><li>■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)</li><li>■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)</li><li>■ M.Ed. Informatik (PO 2018)</li><li>■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)</li></ul>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Bioinformatik II / Bioinformatics II	11LE13MO-1310
<b>Veranstaltung</b>	
Bioinformatics II	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1310
<b>Veranstalter</b>	
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	Findet in jedem Sommersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

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

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

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Bioinformatik II / Bioinformatics II	11LE13MO-1310
<b>Veranstaltung</b>	
Bioinformatics II	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1310
Veranstalter	
Institut für Informatik Bioinformatik	

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

<b>Inhalte</b>
Participating in the exercise sessions and solving the sheets deepens your understanding by applying the concepts from the lecture to real-life situations. It is recommended as a preparation for the examination at the end of the semester.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Compilerbau / Compiler Construction	11LE13MO-1208
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	Findet einmalig oder unregelmäßig statt

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

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

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
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"><li>■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung   Specialization Courses</li><li>■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science</li><li>■ M.Sc. in Sustainable Systems Engineering (PO 2021)</li></ul> 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"><li>■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)</li><li>■ M.Ed. Informatik (PO 2018)</li><li>■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)</li></ul>

↑

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

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden   hours
Präsenzstudium	28 Stunden   hours
Selbststudium	152 Stunden   hours
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	Findet einmalig oder unregelmäßig statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Architektur eines Compilers</li> <li>■ Syntaktische und semantische Analyse</li> <li>■ Zwischensprachen und Transformation</li> <li>■ Instruktionauswahl</li> <li>■ Registerallokation</li> <li>■ Analyse und Optimierung</li> <li>■ Garbage Collection</li> <li>■ Typen und Typinferenz</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Architecture of a compiler</li> <li>■ Syntactic and semantic analysis</li> <li>■ Intermediate representation and transformation</li> <li>■ Instruction selection</li> <li>■ Register allocation</li> <li>■ Code analysis and optimization</li> <li>■ Garbage collection</li> <li>■ Types and type inference</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
See module level

Literatur
<ul style="list-style-type: none"><li>■ Andrew Appel with Jens Palsberg, Modern Compiler Implementation in Java, 2nd edition. Cambridge University Press (2002)</li><li>■ Alfred V. Aho, Monica S. Lam, Ravi Sethi, and Jeffrey D. Ullman. Compilers, Principles, Techniques, and Tools (2nd Edition). Prentice Hall, 2006.</li><li>■ Reinhard Wilhelm and Dieter Maurer. Übersetzerbau -- Theorie, Konstruktion, Generierung -- 2. Auflage. Lehrbuch. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1996</li></ul>
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine   none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine   none

↑

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

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	28 Stunden   hours
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	Findet einmalig oder unregelmäßig statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

<b>Inhalte</b>
<p>Im Rahmen der Übung wird exemplarisch ein Compiler für eine kleine Programmiersprache entwickelt. Dabei kommen die Techniken und Inhalte der Vorlesung zum Einsatz.</p> <p> </p> <p>The subject of the exercise is the development of a compiler for a small programming language. The development builds on the techniques and tools introduced in the lecture.</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Computer Vision	11LE13MO-1123
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	Findet in jedem Wintersemester statt

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	Arbeitsaufwand
Computer Vision Vorlesung	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden   hours
Computer Vision Übung	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
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 <ul style="list-style-type: none"><li>■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung   Specialization Courses</li><li>■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science</li></ul> 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"><li>■ M.Ed. Informatik (PO 2018)</li><li>■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)</li></ul>



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Computer Vision	11LE13MO-1123
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
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.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
See module level
<b>Literatur</b>
current literature, as announced directly in lecture
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
keine   none
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Fundamental mathematical knowledge and programming skills (in C++ or Python) Basic knowledge in image processing and/or computer graphics concepts
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
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
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

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

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Concurrency, Theory and Practice	11LE13MO-1225_PO 2020
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Peter Thiemann	
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

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

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
keine

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Concurrency, Theory and Practice	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden/hours
Concurrency, Theory and Practice	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
Knowledge of issues arising in writing correct concurrent programs; typical problems like race conditions, deadlocks, and techniques to address them; techniques for modeling and analyzing concurrency programs: calculi for concurrency, dynamic and static analysis; concurrency patterns and primitives
Zu erbringende Prüfungsleistung
Klausur/written exam
Literatur
The Art of Multiprocessor Programming (Herlihy, Shavit) Concurrency in Go (O'Reilly) Fundamentals of Session Types (Vasconcelos)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Concurrency, Theory and Practice	11LE13MO-1225_PO 2020
<b>Veranstaltung</b>	
Concurrency, Theory and Practice	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1225
<b>Veranstalter</b>	
Institut für Informatik Programmiersprache	

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

<b>Inhalte</b>
A concurrent language; dataraces, deadlocks and their detection; concurrent programming patterns; specification of concurrent programs; concurrent datastructures; a concurrency calculus with types
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
See module level
<b>Literatur</b>
The Art of Multiprocessor Programming (Herlihy, Shavit) Concurrency in Go (O'Reilly) Fundamentals of Session Types (Vasconcelos)
further materials to be announced on the lecture webpage
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
keine
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
keine

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Concurrency, Theory and Practice	11LE13MO-1225_PO 2020
<b>Veranstaltung</b>	
Concurrency, Theory and Practice	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1225
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	32 Stunden/hours
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	Findet einmalig oder unregelmäßig statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
Extension, consolidation, and practical exploration of lecture contents
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Cyber-Physikalische Systeme - Programmverifikation/ Cyber-Physical Systems – Program Verification	11LE13MO-1207_v2
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Andreas Podelski	
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Programmiersprache Institut für Informatik Softwaretechnik 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	Findet in jedem Sommersemester statt

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	Arbeitsaufwand
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 des Moduls
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

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

Teil der Spezialisierung Cyber-Physical Systems im Master of Science Informatik/Computer Science bzw. MSc Embedded Systems Engineering

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
Cyber-Physikalische Systeme - Programmverifikation/ Cyber-Physical Systems – Program Verification	11LE13MO-1207_v2
<b>Veranstaltung</b>	
Cyber-Physische Systeme - Programmverifikation / Cyber-Physical Systems – Program Verification	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1207_v2
<b>Veranstalter</b>	
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	Findet in jedem Sommersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
<p>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 rule in the form of a temporal property (safety or liveness) or a finite automaton.</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
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-Physikalische Systeme - Programmverifikation/ Cyber-Physical Systems – Program Verification	11LE13MO-1207_v2
<b>Veranstaltung</b>	
Cyber-Physische Systeme - Programmverifikation / Cyber-Physical Systems – Program Verification	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1207_v2
<b>Veranstalter</b>	
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	Findet in jedem Sommersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in die Kryptographie / Introduction to Cryptography	11LE13MO-1401_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	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Findet einmalig oder unregelmäßig statt

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

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Einführung in die Kryptographie/Introduction to Cryptography-Vorlesung	Vorlesung	Wahlpflicht		2,0	180 Stunden   hours
Einführung in die Kryptographie/Introduction to Cryptography-Übung	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
Students know the meaning of symmetric and asymmetric cryptographic methods and understand their fundamentals. They gain the ability to understand current scientific literature.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Bei mehr als 10 Teilnehmern findet eine schriftliche Prüfung statt (Dauer zwischen 90 und 180 Minuten). Ansonsten findet eine mündliche Prüfung statt (Dauer 20 bis 30 Minuten).   In case there are more than 10 students there will be an written exam (duration between 90 and 180 minutes). Otherwise an oral exam will take place (duration 20 to 30 minutes).

Zu erbringende Studienleistung
keine   none
Verwendbarkeit des Moduls
As compulsory elective in <ul style="list-style-type: none"><li>■ M.Sc. Informatik / Computer Science in Spezialvorlesung   Specialization Courses</li><li>■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) in Elective Courses in Computer Science</li></ul> 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"><li>■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik</li><li>■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)</li><li>■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)</li><li>■ M.Ed. Informatik (PO 2018)</li><li>■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)</li></ul>



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in die Kryptographie / Introduction to Cryptography	11LE13MO-1401_PO 2020
<b>Veranstaltung</b>	
Einführung in die Kryptographie/Introduction to Cryptography-Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1401
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnernetze u. Telematik	

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

Inhalte
<p>Vorlesungsthemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Symmetrische Verschlüsselung</li> <li>■ Asymmetrische Verschlüsselung</li> <li>■ kryptographische Protokolle</li> <li>■ One-Way-Funktionen</li> <li>■ One-Time-Pads</li> <li>■ Quantum Cryptography</li> </ul> <p> </p> <p>Lecture topics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Symmetric-Key Cryptography</li> <li>■ Public-Key-Cryptography</li> <li>■ Cryptographic Protocols</li> <li>■ One-Way-Functions</li> <li>■ One-Time Pads</li> <li>■ Quantum Cryptography</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Introduction to Cryptography, Principles and Applications, Hans Delfs, Helmut Knebel, Springer 2015</li> <li>■ Einführung in die Kryptographie, Johannes Buchmann, Springer, 2009</li> </ul>

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

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in die Kryptographie / Introduction to Cryptography	11LE13MO-1401_PO 2020
<b>Veranstaltung</b>	
Einführung in die Kryptographie/Introduction to Cryptography-Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1401
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnernetze u. Telematik	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	32 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	Findet einmalig oder unregelmäßig statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
<p>Übung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Analyse der Sicherheit kryptographischer Verfahren</li> <li>■ Algorithmen zur Berechnung</li> <li>■ Analyse kryptographischer Protokolle</li> <li>■ Anwendung von Verschlüsselungsverfahren</li> </ul> <p> </p> <p>Exercise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Analysis of the security of cryptographic methods</li> <li>■ Algorithms for the computation</li> <li>■ Analysis of cryptographic protocols</li> <li>■ Using encryption methods</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	11LE13MO-910
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Oliver Amft Prof. Dr. Christoph Scholl	
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur 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	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Wintersemester statt

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	Pflicht	6,0	3,0	180 Stunden   hours
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	Übung	Pflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
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 Spezifikationstechniken. 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 <ul style="list-style-type: none"><li>■ M.Sc. Informatik / Computer Science in Spezialvorlesung   Specialization Courses</li><li>■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) in Essential Lectures in Computer Science</li></ul> 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 <ul style="list-style-type: none"><li>■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018)</li></ul> Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs <ul style="list-style-type: none"><li>■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)</li><li>■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)</li><li>■ M.Ed. Informatik (PO 2018)</li><li>■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)</li><li>■ Bachelor of Science in Mikrosystemtechnik (PO 2018), im Wahlpflichtbereich, Bereich Mikrosystemtechnik</li></ul>



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	11LE13MO-910
<b>Veranstaltung</b>	
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-910
<b>Veranstalter</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
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, Petrinetze, 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>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>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level

Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene   See module level
Literatur
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
<b>Veranstaltung</b>	
Einführung in Embedded Systems / Introduction to Embedded Systems	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-910
<b>Veranstalter</b>	
Institut für Informatik Betriebssysteme Institut für Informatik Embedded Systems	

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

<b>Inhalte</b>
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.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Funktionale Programmierung / Functional Programming	11LE13MO-1510
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	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Findet einmalig oder unregelmäßig statt

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

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 des Moduls
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-1510
<b>Veranstaltung</b>	
Funktionale Programmierung / Functional Programming	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1510
<b>Veranstalter</b>	
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	Findet einmalig oder unregelmäßig statt
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"> <li>■ Definition von Funktionen, Patternmatching und Funktionen höherer Ordnung</li> <li>■ Typen und Typklassen</li> <li>■ Algebraische Datentypen</li> <li>■ Funktionale Datenstrukturen</li> <li>■ Applicative Parser</li> <li>■ Monaden und Monadentransformer</li> <li>■ Arrows</li> <li>■ Verifikation von funktionalen Programmen</li> <li>■ Monadische Ein/Ausgabe und Stream Ein/Ausgabe</li> </ul> <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"> <li>■ Definition of functions, pattern matching, and higher-order functions</li> <li>■ Types and type classes</li> <li>■ Algebraic datatypes</li> <li>■ Functional datastructures</li> <li>■ I/O, monads, and monad transformers</li> <li>■ Parsers and applicatives</li> <li>■ Arrows</li> <li>■ Verification of functional programs</li> <li>■ Generic programming with algebras</li> </ul>

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-1510
<b>Veranstaltung</b>	
Funktionale Programmierung / Functional Programming	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1510
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache	

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

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

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Grundlagen von Programmiersprachen / Essentials of Programming Languages	11LE13MO-1222
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	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Findet einmalig oder unregelmäßig statt

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine   none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Interest in learning and applying new programming concepts and languages. Also beneficial: Basic programming knowledge We recommend having and using your own laptop

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Grundlagen von Programmiersprachen / Essentials of Programming Languages	Vorlesung	Wahlpflicht		3,0	180 Stunden   hours
Grundlagen von Programmiersprachen / Essentials of Programming Languages - Übung	Übung	Wahlpflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
Students have a basic understanding of the descriptive means that a programming language can provide. They have mastered methods for modeling the syntax and semantics of programming languages. Students know tools to support modeling and can use them for selected problems.

Verwendbarkeit des Moduls

As compulsory elective in

- M.Sc. Informatik / Computer Science in Spezialvorlesung | Specialization Courses
- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) 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
Grundlagen von Programmiersprachen / Essentials of Programming Languages	11LE13MO-1222
<b>Veranstaltung</b>	
Grundlagen von Programmiersprachen / Essentials of Programming Languages	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1222
<b>Veranstalter</b>	
Institut für Informatik Programmiersprache	

ECTS-Punkte	
Arbeitsaufwand	180 Stunden   hours
Präsenzstudium	42 Stunden   hours
Selbststudium	124 Stunden   hours
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	Findet einmalig oder unregelmäßig statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
<p>This course conveys the mathematical and logical concepts underlying programming languages using the language Agda. Agda is a functional language with an advanced type system that enables the encoding of many program properties in its types. Agda's type checker verifies proofs of these properties, so that one could also say this course is about verified programming.</p> <p>The first part of the course covers the logical background needed to study the theory of programming languages to the extent that we can give formal guarantees about the execution of a program. The second part of the course puts this toolbox to work. We use Agda's features to model the syntax and the semantics of (simple) programming languages. We model type systems and connect them to the semantics through type soundness theorems.</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
schriftliche Hausarbeit   written homework
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
siehe Übung   see exercises
<b>Literatur</b>
online book Programming Language Foundations in Agda (PLFA) by Philipp Wadler, Wen Kokke, and Jeremy Siek
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
keine   none
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Interest in learning and applying new programming concepts and languages. Basic programming knowledge as well as basic foundations in mathematical logic.

We recommend having and using your own laptop.



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Grundlagen von Programmiersprachen / Essentials of Programming Languages	11LE13MO-1222
<b>Veranstaltung</b>	
Grundlagen von Programmiersprachen / Essentials of Programming Languages - Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1222
Veranstalter	
Institut für Informatik Programmiersprache	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	14 Stunden   hours
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	Findet einmalig oder unregelmäßig statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
<p>Repetition of lecture's material and deepening of selected topics.</p> <p>We discuss the exercises of the corresponding chapters (contained in the online book "Programming Language Foundations in Agda" (PLFA) by Philipp Wadler, Wen Kokke, and Jeremy Siek), and answer general questions related to Agda, Theorem Proving and Programming Language Theory.</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
siehe Vorlesung   see lecture
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
<p>keine   none</p> <p>Both the exercises and the exercise sessions are voluntary, but we highly recommend doing the exercises and participating in the discussions.</p>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Hardware Security and Trust	11LE13MO-1227
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Christoph Scholl	
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	Findet einmalig oder unregelmäßig statt

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	Arbeitsaufwand
Hardware Security and Trust	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden   hours
Hardware Security and Trust	Übung	Wahlpflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
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
<b>Veranstaltung</b>	
Hardware Security and Trust	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1227
<b>Veranstalter</b>	
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	Findet einmalig oder unregelmäßig statt
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).
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Literatur</b>
Introduction to Hardware Security and Trust Editors: Tehranipoor, Mohammad, Wang, Cliff (Eds.), Springer
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
keine   none
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
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
<b>Veranstaltung</b>	
Hardware Security and Trust	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1227
<b>Veranstalter</b>	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Betriebssysteme	

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

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

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Interactive Proof Systems and Cryptographic Protocols	11LE13MO-1351_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
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Präsenzstudium	32 Studen
Selbststudium	116 Stunden
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Findet einmalig oder unregelmäßig statt

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine / none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Introduction to Cryptography

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Interactive Proof Systems and Cryptographic Protocols	Vorlesung	Wahlpflicht		2,0	
Interactive Proof Systems and Cryptographic Protocols	Übung	Pflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
Upon successful completion of this module, students will be able to understand, evaluate, and apply cryptographic protocols. They will be able to explain the theoretical foundations of interactive proof systems (e.g., AM, IP, MIP, PCP) and analyze their significance for complexity theory and modern cryptography. Additionally, they will be capable of implementing Zero-Knowledge Proofs and related concepts (e.g., Bulletproofs and mental card games) and assessing their applicability to real-world problems.

Zu erbringende Prüfungsleistung
Bei mehr als 16 Teilnehmern findet eine schriftliche Prüfung statt (Dauer zwischen 90 und 180 Minuten). Ansonsten findet eine mündliche Prüfung statt (Dauer 20 bis 30 Minuten).   In case there are more than 16 students there will be an written exam (duration between 90 and 180 minutes). Otherwise an oral exam will take place (duration 20 to 30 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 pass the course work (Studienleistung), you must obtain at least 50% of the exercise points overall.
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
Interactive Proof Systems and Cryptographic Protocols	11LE13MO-1351_PO 2020
<b>Veranstaltung</b>	
Interactive Proof Systems and Cryptographic Protocols	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1351_PO 2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnernetze u. Telematik	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	32 Stunden
Selbststudium	116 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	2
Angebotsfrequenz	Findet einmalig oder unregelmäßig statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
<p>1. Cryptographic Protocols: Fiat-Shamir Protocol, Digital Signatures, Blockchain, Authentication</p> <p>2. Interactive Proof Systems: Arthur-Merlin Systems (AM), IP (Interactive Proofs), Relationships between Complexity Classes: AM, IP, PSPACE, NP, Multi-Prover Interactive Proofs (MIP), Probabilistically Checkable Proofs (PCP): The PCP Theorem, Zero-Knowledge Proofs, particularly Bulletproofs</p> <p>3. Mental Card Games: Coin Switching over the Telephone, Mental Poker, Card Game Toolboxes, Bayer-Grothe Shuffle</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
<b>Literatur</b>
<p>Thaler, J., 2022. Proofs, Arguments, and Zero-knowledge</p> <p>Delfs, H., Knebl, H. and Knebl, H., 2002. Introduction to cryptography</p>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
keine / None
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Introduction to Cryptography

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Interactive Proof Systems and Cryptographic Protocols	11LE13MO-1351_PO 2020
<b>Veranstaltung</b>	
Interactive Proof Systems and Cryptographic Protocols	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1351_PO 2020
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnernetze u. Telematik	

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

<b>Inhalte</b>
Design, analysis and implementation of cryptographic protocols. Proof of correctness, soundness and completeness of Interactive Proof Systems. Mathematical questions about the underlying theory.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Introduction to data driven life sciences	11LE13MO-1335
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	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Wintersemester statt

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
None
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
None

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



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Introduction to data driven life sciences	11LE13MO-1335
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
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. 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.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
see module details
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
see module details
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
None
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
None
<b>Bemerkung / Empfehlung</b>
<p><b>Important note for M.Sc. Computer Science:</b>                      This module is available as both</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ a specialization lecture in Computer Science (with a graded assessment / Prüfungsleistung)</li> <li>■ as a course in the application area Applied Bioinformatics (as pass/fail course / Studienleistung)</li> </ul> <p>Take care during the booking process, as that will define the category in which the course is considered.  <b>You can't change the category afterwards!</b>                      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
<b>Veranstaltung</b>	
Introduction to data driven life sciences	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1335
<b>Veranstalter</b>	
Institut für Informatik Bioinformatik	

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

<b>Inhalte</b>
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 workflow management framework Galaxy which is an open source tool for life science data analysis.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Modellbildung und Systemidentifikation / Modelling and System Identification	11LE50MO-2080
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)	Pflicht
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Wintersemester statt

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

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
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 des Moduls
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 / Modelling and System Identification	11LE50MO-2080
<b>Veranstaltung</b>	
Modellbildung und Systemidentifikation / Modelling and System Identification	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-2080
<b>Veranstalter</b>	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	

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

<b>Inhalte</b>
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.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
see module details
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
see module details
<b>Literatur</b>
1. Lecture manuscript 2. Ljung, L. (1999). System Identification: Theory for the User. Prentice Hall 3. Lecture manuscript "System Identification" by J
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
None
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
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 / Modelling and System Identification	11LE50MO-2080
<b>Veranstaltung</b>	
Modellbildung und Systemidentifikation / Modelling and System Identification	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-2080
<b>Veranstalter</b>	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

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

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Netzwerkalgorithmen / Network Algorithms	11LE13MO-1313
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	Findet in jedem Sommersemester statt

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	Arbeitsaufwand
Netzwerkalgorithmen / Network Algorithms - Vorlesung	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	3,0	180 Stunden   hours
Netzwerkalgorithmen / Network Algorithms - Übung	Übung	Wahlpflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
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
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Sommersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
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
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
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
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Sommersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Numerical Optimal Control in Science and Engineering	11LE50MO-5249
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)	6,0
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Sommersemester statt

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	Arbeitsaufwand
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 des Moduls
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 **OR** in Elective Courses in Computer Science
- M.Sc. Informatik / Computer Science (PO 2020), in Spezialvorlesung | Specialization Courses

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

#### **Important note for M.Sc. Informatik / Computer Science:**

This module is available as both

- 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)

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.

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
<b>Veranstaltung</b>	
Numerical Optimal Control in Science and Engineering	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE50V-5249
<b>Veranstalter</b>	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 hours
Präsenzstudium	78 hours
Selbststudium	102 hours
Semesterwochenstunden (SWS)	6,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

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

<b>Inhalte</b>
In the tutorial, the contents of the lecture will be deepened by means of theoretical examples and computer exercises.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
see moodule details
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
see module details
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
None
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
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
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	Findet einmalig oder unregelmäßig statt

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	Arbeitsaufwand
Numerische Optimierung / Numerical Optimization	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	4,0	180 hours
Numerische Optimierung / Numerical Optimization	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
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

Compulsory elective module for students of the study program

- M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (PO 2021) in Elective Courses in Computer Science
- M.Sc. Microsystems Engineering in Microsystems Engineering (PO 2021) Concentrations Area: Circuits and Systems
- M.Sc. Informatik / Computer Science (PO 2020), in Spezialvorlesung | Specialization Courses

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

**Important note for M.Sc. Informatik / Computer Science:**

This module is available as both

- 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)

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.

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
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Sommersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
<p>The course is divided into four major parts:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundamental Concepts of Optimization: Definitions, Types, Convexity, Duality</li> <li>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</li> <li>3. Equality Constrained Optimization Algorithms: Newton Lagrange and Generalized Gauss-Newton, Range and Null Space Methods, Quasi-Newton and Adjoint Based Inexact Newton Methods</li> <li>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</li> </ol>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
see module details
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
see module details
<b>Literatur</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jorge Nocedal and Stephen J. Wright, Numerical Optimization, Springer, 2006</li> <li>2. Amir Beck, Introduction to Nonlinear Optimization, MOS-SIAM Optimization, 2014</li> <li>3. Stephen Boyd and Lieven Vandenberghe, Convex Optimization, Cambridge Univ. Press, 2004</li> </ol>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
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
<b>Veranstaltung</b>	
Numerische Optimierung / Numerical Optimization	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE50Ü-5243
Veranstalter	
Institut für Mikrosystemtechnik Systemtheorie	

ECTS-Punkte	
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Sommersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

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

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Peer-to-Peer Netzwerke / Peer-to-Peer Networks	11LE13MO-1314_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	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Findet einmalig oder unregelmäßig statt

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine   none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Basic knowledge in algorithms and data structures, computer networks, telecommunication systems and distributed systems

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Peer-to-Peer Netzwerke / Peer-to-Peer Networks - Vorlesung	Vorlesung	Wahlpflicht		2,0	180 Stunden   hours
Peer-to-Peer Netzwerke / Peer-to-Peer Networks - Übung	Übung	Wahlpflicht		2,0	180 Stunden   hours

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
Students know the underlying methods and algorithms for peer-to-peer network architectures. They know and can apply different methods for storing, resulting in various networks for different purposes. They understand the application of cryptographic methods to peer-to-peer networks, especially Block-chain technology. Students have knowledge about self-organizing networks, allowing for the use of repair mechanisms of peer-to-peer networks under churn and attacks.
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
<p>Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik</li><li>■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)</li><li>■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)</li><li>■ M.Ed. Informatik (PO 2018)</li><li>■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)</li></ul> <p>Compulsory elective module for students of the study program</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung   Specialization Courses</li><li>■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science</li></ul>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Peer-to-Peer Netzwerke / Peer-to-Peer Networks	11LE13MO-1314_PO 2020
<b>Veranstaltung</b>	
Peer-to-Peer Netzwerke / Peer-to-Peer Networks - Vorlesung	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1314
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnernetze u. Telematik	

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

<b>Inhalte</b>
After a brief introduction to the history of peer-to-peer networks relevant topics related to the Internet and distributed systems are deepened. First, the example of unstructured networks Gnutella are discussed, followed by structured networks. These, e.g. such as CAN, Chord, Pastry and Tapestry, are presented in very detail. We concentrate on data and network structures, as well the theoretical analysis of peer-to-peer networks. Other issues are minimal networks, networks with tree structures and self-organizing networks. As special issues we discuss security, anonymity and game theory in peer-to-peer networks
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mahlmann, Schindelhauer: Peer-to-Peer-Netzwerke - Methoden und Algorithmen, Springer 2007</li> <li>■ Shen, X.; Yu, H.; Buford, J.; Akon, M. (Eds.): Handbook of Peer-to-Peer Networking, Springer 2010</li> </ul>
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
keine   none
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Basic knowledge in algorithms and data structures, computer networks, telecommunication systems and distributed systems

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Peer-to-Peer Netzwerke / Peer-to-Peer Networks	11LE13MO-1314_PO 2020
<b>Veranstaltung</b>	
Peer-to-Peer Netzwerke / Peer-to-Peer Networks - Übung	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1314
Veranstalter	
Institut für Informatik Rechnernetze u. Telematik	

ECTS-Punkte	
Arbeitsaufwand	180 Stunden   hours
Präsenzstudium	32 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	2,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	Findet einmalig oder unregelmäßig statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Reinforcement Learning	11LE13MO-1141
Verantwortliche/r	
Prof. 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	5
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Wintersemester statt

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine   none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
<p>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</p>

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

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Verständnis der grundlegenden Konzepte des optimierenden Lernens</li> <li>■ Fähigkeit des Denkens auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen</li> <li>■ Kenntnis in exemplarischen Umsetzungen von Lernalgorithmen</li> <li>■ Fähigkeit zum selbständigen Erkennen von Zusammenhängen der vorgestellten Konzepte</li> <li>■ Kenntnisse in der praktischen Anwendung</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>■ Understanding the basic concepts of optimizing learning</li><li>■ Ability to think on different levels of abstraction</li><li>■ Knowledge of exemplary implementations of learning algorithms</li><li>■ Ability to independently recognize connections between the presented concepts</li><li>■ Knowledge of practical application</li></ul>
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
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs <ul style="list-style-type: none"><li>■ B.Sc. in Embedded Systems Engineering (PO 2018) im Bereich Informatik</li><li>■ B.Sc. in Informatik (PO 2018)</li><li>■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)</li><li>■ M.Ed. Informatik (PO 2018)</li><li>■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)</li></ul> Compulsory elective module for students of the study program <ul style="list-style-type: none"><li>■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung   Specialization Courses</li><li>■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science</li></ul> Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Reinforcement Learning	11LE13MO-1141
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
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.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Literatur</b>
Sutton, Barton: Reinforcement Learning – An Introduction. Bertsimas: Neuron Dynamic Programming.
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
keine   none
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
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



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Reinforcement Learning	11LE13MO-1141
<b>Veranstaltung</b>	
Reinforcement Learning	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1141
Veranstalter	
Institut für Informatik Neurorobotik	

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

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

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
RNA Bioinformatik / RNA Bioinformatics	11LE13MO-1318
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	6
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Sommersemester statt

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	Arbeitsaufwand
RNA Bioinformatik / RNA Bioinformatics	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden   hours
RNA Bioinformatik / RNA Bioinformatics	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
<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. 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
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 Spezialvorlesung   Specialization Courses ■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science  Part of the specialization Biomedical Engineering (BE) in M.Sc. Embedded Systems Engineering

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
RNA Bioinformatik / RNA Bioinformatics	11LE13MO-1318
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Sommersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

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

Literatur
<ul style="list-style-type: none"><li>■ Clote, Backofen: Computational Molecular Biologie, An Introduction. Wiley &amp; Sons. ISBN-10: 0471872520 ISBN-13: 978-0471872528</li><li>■ Durbin et al. Biological Sequence Analysis. Cambridge University Press. ISBN-10: 0521629713 ISBN-13: 978-0521629713</li></ul>
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
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Sommersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

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

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Simulation in der Computergraphik / Simulation in Computer Graphics	11LE13MO-1113
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	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Findet einmalig oder unregelmäßig statt

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

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 des Moduls
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 ■ 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) ■ 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 der Computergraphik / Simulation in Computer Graphics	11LE13MO-1113
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
<p>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.</p> <p>Topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Equations for the motion of particle-based fluids, elastic solids and rigid bodies.</li> <li>2. Time derivatives to compute particle motion.</li> <li>3. Spatial derivatives with SPH to compute particle forces.</li> <li>4. Efficient matrix-free implementations of linear solvers for robust implicit formulations.</li> <li>5. Spatial data structures for accelerated fluid-rigid and rigid-rigid interactions.</li> <li>6. Efficient implementations of spatial data structures with hashing and sorting.</li> </ol>
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene   See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene   See module level
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Koschier et al: Smoothed Particle Hydrodynamics Techniques for the Physics Based Simulation of Fluids and Solids.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>■ Ihmsen et al: SPH Fluids in Computer Graphics.</li><li>■ Bridson: Fluid Simulation for Computer Graphics.</li><li>■ Ericson: Real-time Collision Detection.</li></ul>
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine   none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
<ul style="list-style-type: none"><li>■ Programming Skills (C, C++, Java)</li><li>■ Knowledge in Algorithms and Data Structures, Linear Algebra and Analysis</li></ul>
Lehrmethoden
Lectures, discussions, theoretical and practical exercises.

↑

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

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

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

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Statistische Mustererkennung / Statistical Pattern Recognition	11LE13MO-1114
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	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Sommersemester statt

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine   none
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Fundamental mathematical knowledge, particularly statistic

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Statistische Mustererkennung / Statistical Pattern Recognition	Vorlesung	Wahlpflicht	6,0	2,0	180 Stunden   hours
Statistische Mustererkennung / Statistical Pattern Recognition	Übung	Wahlpflicht		2,0	

Inhalte
Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
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
<p>Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ polyvalenter 2-Hauptfächer-Bachelor Informatik (PO 2018)</li><li>■ M.Ed. Informatik (PO 2018)</li><li>■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)</li></ul> <p>Compulsory elective module for students of the study program</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020) in Spezialvorlesung   Specialization Courses</li><li>■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in Elective Courses in Computer Science</li></ul> <p>Part of the specialization Artificial Intelligence (AI) in Master of Science Informatik/Computer Science resp. MSc Embedded Systems Engineering</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Statistische Mustererkennung / Statistical Pattern Recognition	11LE13MO-1114
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Sommersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
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.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Literatur</b>
"Pattern Recognition and Machine Learning" by Christopher Bishop
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
keine   none
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
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
Statistische Mustererkennung / Statistical Pattern Recognition	11LE13MO-1114
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Sommersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

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

↑

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

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden   hours
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	5
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Wintersemester statt

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 des Moduls
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)  (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 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
Suchmaschinen / Information Retrieval	11LE13MO-1304
<b>Veranstaltung</b>	
Suchmaschinen / Information Retrieval	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1304
<b>Veranstalter</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
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. 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>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Literatur</b>
<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: <a href="http://nlp.stanford.edu/IR-book">http://nlp.stanford.edu/IR-book</a> ).</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
Suchmaschinen / Information Retrieval	11LE13MO-1304
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

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

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Test und Zuverlässigkeit / Test and Reliability	11LE13MO-1202
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	Findet einmalig oder unregelmäßig statt

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	Arbeitsaufwand
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 des Moduls
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
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
<p>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.</p> <p>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.</p>
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene   See module level
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene   See module level
Literatur
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Abramovici, Breuer, Friedman, "Digital Systems Testing &amp; Testable Design", IEEE Press, 1994, ISBN: 0780310624 (available in our library).</li> </ul>

■ 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
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

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	Findet einmalig oder unregelmäßig statt

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	Arbeitsaufwand
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 des Moduls
<p>Students know about formal methods used in semi conductor industries to systematically search for faults and, optimally, prove their absence.</p> <p>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.</p>

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
Verifikation Digitaler Schaltungen / Verification of Digital Circuits	11LE13MO-1223_PO 2020
<b>Veranstaltung</b>	
Verifikation Digitaler Schaltungen / Verification of Digital Circuits	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-1223
<b>Veranstalter</b>	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Betriebssysteme	

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

Inhalte
<p>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.</p> <p>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</p>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Literatur</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kropf: "Introduction to Formal Hardware Verification", Springer, 1999, ISBN 3-540-65445-3</li> <li>■ Clarke, Grumberg, Peled, "Model Checking", MIT Press 1999</li> <li>■ Kropf (Ed.): "Formal Hardware Verification", Springer, 1997, ISBN 3-540-63475-4</li> </ul>

- 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
<b>Veranstaltung</b>	
Verifikation Digitaler Schaltungen / Verification of Digital Circuits	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-1223
<b>Veranstalter</b>	
Institut für Informatik Rechnerarchitektur Institut für Informatik Betriebssysteme	

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	16 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	Findet einmalig oder unregelmäßig statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Verteilte Systeme / Distributed Systems	11LE13MO-1312
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	Findet einmalig oder unregelmäßig statt

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	Arbeitsaufwand
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 des Moduls
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
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet einmalig oder unregelmäßig statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

Inhalte
<p>The course provides an introduction to the fundamentals of distributed systems and algorithms. The course will in particular cover the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- distributed systems models</li> <li>- time and global states in distributed systems</li> <li>- synchronous and asynchronous systems</li> <li>- fault tolerance</li> <li>- basic distributed algorithms for coordination and agreement tasks</li> <li>- basic distributed network algorithms</li> <li>- distributed and parallel graph algorithms</li> <li>- impossibility results and lower bounds</li> </ul>
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Literatur</b>
<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
<b>Veranstaltung</b>	
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	Findet einmalig oder unregelmäßig statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprache	englisch

<b>Inhalte</b>
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.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene   See module level
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Informatik - Vertiefung II	11LE13KT-M.EdINFO-K2
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
ECTS-Punkte	6,0
Mögliche Fachsemester	1

Kommentar
<p>In Informatik - Vertiefung II muss eine Vorlesung aus den Kategorien "Weiterführende Vorlesungen" oder "Spezialvorlesungen" der Informatik belegt werden.</p> <p>Für die Druckversion des Modulhandbuchs wird auf den entsprechenden Abschnitt in "Informatik - Vertiefung I" verwiesen, um ein unnötiges Aufblähen des Modulhandbuchs durch doppelte Auflistungen zu vermeiden.</p> <p>Es kann stattdessen auch ein Praktikum aus dem Angebot der Professuren und Arbeitsgruppen des Instituts für Informatik absolviert werden.</p>

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Praktikum	11LE13KT-K3
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
ECTS-Punkte	6,0
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	2

Kommentar
<p>Statt einer Weiterführenden Vorlesung oder Spezialvorlesung kann im Modul "Informatik - Vertiefung 2" auch ein Praktikum aus dem Angebot des Master of Science Informatik gewählt werden. Es ist in diesem Fall eine Prüfungsleistung zu erbringen.</p> <p>Das Hardware-Praktikum und das Software-Praktikum (Bachelorveranstaltungen) können hier <b>nicht</b> gewählt werden.</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Praktikum im MEd Informatik	11LE13MO-7110-M.EdINFO
Verantwortliche/r	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

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

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
allgemeine praktische und theoretische Grundlagen der Informatik, Programmierkenntnisse, themenspezifische Vorkenntnisse für den gewählten Themenbereich

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Praktikum - Veranstaltungsgruppe	Veranstaltung (ohne Deputatanrechnung)	Wahlpflicht	6,0	4,0	180 Stunden

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
Die Studierenden haben durch Arbeit im Team (mit anderen Studierenden oder Mitgliedern der Arbeitsgruppen am Institut für Informatik) in einem Themenbereich ihrer Wahl praktische Erfahrung mit dem Bearbeiten themenspezifischer Aufgabenstellungen. Sie können gestellte Aufgaben unter Berücksichtigung der gegebenen technischen Bedingungen bearbeiten und Experimente durchführen. Die Studierenden können die Ergebnisse in angemessener wissenschaftlicher Weise festhalten und analysieren sowie über ihre Arbeit berichten.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Für Studierende im M.Ed. Informatik: Je nach Themenstellung: - 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)
Bei mehreren Prüfungsteilen errechnet sich die Note nach dem arithmetischen Mittel der Teilnoten.

Zu erbringende Studienleistung
In der Regel besteht die Studienleistung aus der regelmäßige Teilnahme an den praktischen Teilen der Lehrveranstaltung sowie an Gruppentreffen und Besprechungen mit der betreuenden Lehrperson.
Bemerkung / Empfehlung
Das Hardware-Praktikum und das Software-Praktikum (Bachelorveranstaltungen) können hier <b>nicht</b> gewählt werden.
Verwendbarkeit des Moduls
Wahlpflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ M.Ed. Informatik (PO 2018); Modul "Informatik - Vertiefung 2"  Compulsory module for students of the study program ■ M.Sc. Informatik / Computer Science (2020)  Compulsory elective module for students of the study program ■ M.Sc. Embedded Systems Engineering (ESE) (2021) in the Customized Course Selection

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Praktikum im MEd Informatik	11LE13MO-7110-M.EdINFO
<b>Veranstaltungsgruppe</b>	
Praktikum - Veranstaltungsgruppe	
Veranstaltungsart	Nummer
Veranstaltung (ohne Deputatanrechnung)	11LE13VG-7110

ECTS-Punkte	6,0
Arbeitsaufwand	180 Stunden
Präsenzstudium	60 Stunden
Selbststudium	120 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Semester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

<b>Inhalte</b>
Verschiedene Themen aus den Bereichen Forschung und Lehre der Arbeitsgruppen / Professuren des Fachbereichs Informatik
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Literatur</b>
Anweisungen und Hintergrundliteratur werden von den Dozent*innen zur Verfügung gestellt
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
keine
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
allgemeine praktische und theoretische Grundlagen der Informatik, Programmierkenntnisse, themenspezifische Vorkenntnisse für den gewählten Themenbereich

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Projektarbeit in Informatik	11LE13MO-M.EdINFO-1550
Verantwortliche/r	
Prof. Dr. Hannah Bast	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	5,0
Arbeitsaufwand	150 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	
Mögliche Fachsemester	3
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Semester statt

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
allgemeine mathematische Grundlagen, praktische und theoretische Grundlagen der Informatik, themenspezifische Vorkenntnisse für den gewählten Themenbereich

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Projekt für Lehramtsstudierende - Veranstaltungsgruppe	Alle Arten, soweit keine ständige Betreuung der Studierenden erforderlich ist	Wahlpflicht	5,0		150 Stunden

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
In diesem Modul bekommen die Studierenden Einblick in den Forschungsbetrieb einer Informatik-Professur oder Arbeitsgruppe und werden durch ihre Arbeit in eine Projektarbeit dort eingebunden. Die Studierenden lernen, komplexe Aufgaben aus einem selbst ausgewählten Schwerpunktbereich der Informatik unter gegebenen technischen Randbedingungen zu bearbeiten, entsprechende Systeme zu entwickeln und konstruktiv in Projekten mitzuarbeiten. Sie erwerben die Fähigkeit, sich in neue Problemstellungen einzuarbeiten. Sie lernen, mit modernen Entwicklungsumgebungen zu arbeiten und die allgemein akzeptierten Qualitätsstandards einzuhalten.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Die Prüfungsleistung ist (abhängig von der Themenstellung) entweder eine schriftliche Ausarbeitung (wenn es sich eher um ein theoretisches oder grundlagenbasiertes Thema handelt; Umfang i.d.R. maximal 40 Seiten) oder die Erstellung einer Software oder eines Demonstrators.  Details werden mit dem Gutachter/der Gutachterin (i.d.R. eine prüfungsbefugte Person am Institut für Informatik) bei der Themenvergabe vereinbart.

Zu erbringende Studienleistung
In der Regel besteht die Studienleistung aus folgenden Bestandteilen: - regelmäßige Teilnahme an Besprechungen mit der betreuenden Lehrperson - mündliche Präsentation des bearbeiteten Themas und der Ergebnisse (i.d.R. 20 - 30 Minuten)
Bemerkung / Empfehlung
Die Studierenden arbeiten proaktiv mit; dies beinhaltet, dass sich die Studierenden in allen Stufen des Projekts (von der Organisation des Themas, über die Absprache der Details und die regelmäßige Kommunikation mit dem Betreuer bzw. der Betreuerin über die Präsentation der Ergebnisse) aktiv und selbständig einbringen und sich an die zu Projektbeginn besprochenen Vorgehensweisen halten und die konkreten Projektanforderungen erfüllen.  Organisatorische Hinweise zu Projekten siehe <a href="https://www.tf.uni-freiburg.de/de/studium-lehre/a-bis-z-studium/projekte-anmelden">https://www.tf.uni-freiburg.de/de/studium-lehre/a-bis-z-studium/projekte-anmelden</a>
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs ■ M.Ed. Informatik (PO 2018)

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Projektarbeit in Informatik	11LE13MO-M.EdINFO-1550
<b>Veranstaltungsgruppe</b>	
Projekt für Lehramtsstudierende - Veranstaltungsgruppe	
Veranstaltungsart	Nummer
Alle Arten, soweit keine ständige Betreuung der Studierenden erforderlich ist	11LE13VG-M.EdINFO-1550

ECTS-Punkte	5,0
Arbeitsaufwand	150 Stunden
Selbststudium	150 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Semester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Wahlpflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

<b>Inhalte</b>
Die Studierenden wählen ein Thema an einer Professur oder Arbeitsgruppe des Instituts für Informatik und bearbeiten die vom Betreuer/von der Betreuerin gestellten Aufgaben und Problemstellungen.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Literatur</b>
abhängig vom bearbeiteten Thema, wird durch den Betreuer/die Betreuerin ausgegeben
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
keine
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
allgemeine mathematische Grundlagen, praktische und theoretische Grundlagen der Informatik, themenspezifische Vorkenntnisse für den gewählten Themenbereich

↑

Name des Kontos	Nummer des Kontos
Fachdidaktik Informatik	11LE13KT-M.EdINFO-1500
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
ECTS-Punkte	10,0
Mögliche Fachsemester	1

Kommentar
<p>In Bereich Fachdidaktik sind 10 ECTS-Punkte zu erwerben.</p> <p>Dabei werden aufbauend auf Grundlagen, die im vorangegangenen Bachelorstudium erworben wurden, vertiefte Kenntnisse der theoretischen, praktischen und methodischen Prinzipien vermittelt. Danach erfolgt in einem Forschungsprojekt der Transfer zur Anwendung.</p>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Prinzipien der Fachdidaktik Informatik	11LE13MO-M.EdINFO-1500
Verantwortliche/r	
Manfred Steiner	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	5,0
Arbeitsaufwand	150 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	4,0
Mögliche Fachsemester	1
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Wintersemester statt

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Einführende Kenntnisse aus der Fachdidaktik der Informatik

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Prinzipien der Fachdidaktik Informatik	Vorlesung	Pflicht	5,0	3,0	150 Stunden
Prinzipien der Fachdidaktik Informatik	Übung	Pflicht		1,0	

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
<p>Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fachdidaktische Theorien und die fachdidaktische Forschung für Lehren und Lernen kennen und darstellen</li> <li>■ Schulische und außerschulische Anwendungsfelder der Informatik erfassen und kritisch analysieren</li> <li>■ Konzepte der Medienpädagogik kennen sowie den Einsatz der Informations- und Kommunikationstechnologien, von Schulbüchern und anderen Medien in fachlichen Lehr- und Lernprozessen analysieren und begründen</li> <li>■ Fachdidaktische Ansätze zur Konzeption von fachlichen Unterrichtsprozessen kennen, in exemplarische Unterrichtsszenarien umsetzen und weiter entwickeln</li> <li>■ Fachspezifische Lernschwierigkeiten analysieren und exemplarisch erläutern sowie Förderungsmöglichkeiten einschätzen</li> </ul>

Zu erbringende Prüfungsleistung
i.d.R. Klausur (Dauer zwischen 90 und maximal 180 Minuten)  Bei sehr wenigen Teilnehmer:innen kann stattdessen eine schriftliche Hausarbeit oder Protokolle gefordert werden.  Die Art der Leistung wird den Studierenden rechtzeitig zu Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben.
Zu erbringende Studienleistung
keine
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs <ul style="list-style-type: none"><li>■ Master of Education Informatik (PO 2018)</li><li>■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)</li></ul>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Prinzipien der Fachdidaktik Informatik	11LE13MO-M.EdINFO-1500
<b>Veranstaltung</b>	
Prinzipien der Fachdidaktik Informatik	
Veranstaltungsart	Nummer
Vorlesung	11LE13V-M.EdINFO-1500

ECTS-Punkte	5,0
Arbeitsaufwand	150 Stunden
Präsenzstudium	45 Stunden
Selbststudium	90 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	3,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	deutsch

Inhalte
<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kennen und Anwenden der Konzepte des Lehrens und Lernens im Fach Informatik</li> <li>■ Beherrschen der Denkweisen und Methoden der Informatik und ihre Übertragung auf den Schulunterricht</li> <li>■ Konzeption und Gestaltung von Informatikunterricht</li> <li>■ Insbesondere: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Die Problemlösekompetenz und ihre Vermittlung anhand von Algorithmen und Datenstrukturen</li> <li>■ Datenschutz und Datensicherheit: fachwissenschaftliche sowie gesellschaftliche Analyse und Betrachtung</li> </ul> </li> </ul>
Zu erbringende Prüfungsleistung
Siehe Modulebene
Zu erbringende Studienleistung
Siehe Modulebene
Literatur
Wird vom Dozenten zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben
Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Einführende Kenntnisse aus der Fachdidaktik der Informatik

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Prinzipien der Fachdidaktik Informatik	11LE13MO-M.EdINFO-1500
<b>Veranstaltung</b>	
Prinzipien der Fachdidaktik Informatik	
Veranstaltungsart	Nummer
Übung	11LE13Ü-M.EdINFO-1500

ECTS-Punkte	
Präsenzstudium	15 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	1,0
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Wintersemester statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprache	deutsch

<b>Inhalte</b>
Entwicklung praktischer Anwendungsszenarien unter Einsatz der in der Vorlesung erlernten Methoden
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>

↑

Name des Moduls	Nummer des Moduls
Angewandte Fachdidaktik Informatik	11LE13MO-M.EdINFO-1501
Verantwortliche/r	
Fachbereich / Fakultät	
Technische Fakultät	

ECTS-Punkte	5,0
Arbeitsaufwand	150 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	
Mögliche Fachsemester	2
Moduldauer	1 Semester
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Angebotsfrequenz	Findet in jedem Semester statt

Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung
keine
Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung
Kenntnisse aus Prinzipien der Fachdidaktik Informatik

Zugehörige Veranstaltungen					
Name	Art	P/WP	ECTS	SWS	Arbeitsaufwand
Angewandte Fachdidaktik Informatik VG	Veranstaltung (ohne Deputatanrechnung)	Pflicht	5,0		150 Stunden

Lern- und Qualifikationsziele des Moduls
Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer lernen, didaktische Fragestellungen aus unterschiedlichen Bereichen der Informatik unter gegebenen (technischen und nicht-technischen) Randbedingungen zu bearbeiten, entsprechende Unterrichtseinheiten zu entwickeln und konstruktiv in didaktischen Projekten mitzuarbeiten. Sie erwerben die Fähigkeit, sich in neue Problemstellungen einzuarbeiten. Sie lernen, mit modernen Medien zu arbeiten und die allgemein akzeptierten Qualitätsstandards einzuhalten. Sie lernen, Forschungsergebnisse zu dokumentieren und sich bei der Arbeit an den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis zu orientieren.
Zu erbringende Prüfungsleistung
Keine
Zu erbringende Studienleistung
Die Studienleistung besteht aus einer Abschlusspräsentation und dem Anfertigen eines Projektberichtes.
Verwendbarkeit des Moduls
Pflichtmodul für Studierende des Studiengangs <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Master of Education Informatik (PO 2018)</li> <li>■ Master of Education Erweiterungsfach Informatik (PO 2021)</li> </ul>



Name des Moduls	Nummer des Moduls
Angewandte Fachdidaktik Informatik	11LE13MO-M.EdINFO-1501
<b>Veranstaltungsgruppe</b>	
Angewandte Fachdidaktik Informatik VG	
Veranstaltungsart	Nummer
Veranstaltung (ohne Deputatanrechnung)	11LE13MO-M.EdIN-FO-1501-VG1

ECTS-Punkte	5,0
Arbeitsaufwand	150 Stunden
Semesterwochenstunden (SWS)	
Mögliche Fachsemester	
Angebotsfrequenz	Findet einmalig oder unregelmäßig statt
Pflicht/Wahlpflicht (P/WP)	Pflicht
Lehrsprachen	deutsch, englisch

<b>Inhalte</b>
Die Studierenden wählen in Absprache mit dem Betreuer/der Betreuerin ein Thema aus dem Themengebiet der Fachdidaktik im Fach Informatik und bearbeiten die damit zusammenhängenden Aufgaben und Problemstellungen.
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>
Siehe Modulebene
<b>Teilnahmevoraussetzung laut Prüfungsordnung</b>
keine
<b>Erwartete Vorkenntnisse und Hinweise zur Vorbereitung</b>
Kenntnisse aus Prinzipien der Fachdidaktik Informatik

↑

## Epilog

### Module im Kontext der Studienbereiche

#### **Informatik – Vertiefung I und II (12 ECTS)**

In zwei aus einem umfangreichen thematischen Angebot wählbaren **weiterführenden Vorlesungen oder Spezialvorlesungen** (jeweils 6 ECTS) werden Kenntnisse in Kernthemen der Informatik (wie etwa Algorithmentheorie, Maschinelles Lernen, Rechnerarchitektur, Softwaretechnik, Künstliche Intelligenz oder Bildverarbeitung und Computergrafik) vertieft oder grundlegend erlangt. Anstelle einer Vorlesung kann auch ein **Praktikum** aus dem entsprechenden Angebot des Instituts für Informatik gewählt werden, wenn eine stärker praktisch ausgeprägte Ausrichtung der persönlichen Kompetenzvertiefung bevorzugt wird.

Je nach Auswahl der konkreten Vorlesungen oder des Praktikums in diesen Wahlpflichtmodulen werden außerdem Querschnittskompetenzen in kleinerem oder größerem Umfang auf Gebieten wie Medienkompetenz und –erziehung, Bildung für nachhaltige Entwicklung, Fähigkeiten zur Kooperation und Teamarbeit, Gendersensibilität oder Umgang mit berufsethischen Fragestellungen erworben.

#### **Projektarbeit in Informatik (5 ECTS)**

Studierende arbeiten eigenständig oder im Team an einem Projekt innerhalb des Forschungsbetriebs an einer Informatik-Professur oder in einer Arbeitsgruppe und lernen so, komplexe Aufgaben unter verschiedenen Randbedingungen zu bearbeiten. Sie lernen, sich in neue Problemstellungen einzuarbeiten, eigene Lösungsansätze zu entwickeln und dabei allgemein akzeptierte Qualitätsstandards einzuhalten. Dies dient der Vorbereitung auf das selbständige Arbeiten, wie es im schulischen Umfeld gegeben ist. Dem Kohärenzprinzip folgend soll die Themenstellung im Projekt inhaltlich mit den belegten Vorlesungen zusammenhängen. So erfolgt ein Transfer von Faktenwissen und methodischen Ansätzen hinein in die direkte Anwendung im praktischen Umfeld.

#### **Prinzipien der Fachdidaktik Informatik (5 ECTS)**

Aufbauend auf den fachdidaktischen Grundlagen aus dem Bachelorstudium werden fachdidaktische Theorien behandelt und bezogen auf schulische und außerschulische Anwendungsfelder der Informatik analysiert. Der Einsatz von Medien und IT wird mit Blick auf pädagogische Ansätze untersucht. Unterrichtsszenarien werden entworfen und analysiert und fachspezifische Lernschwierigkeiten sowie mögliche Förderungsansätze betrachtet.

#### **Angewandte Fachdidaktik Informatik (5 ECTS)**

Didaktische Fragestellungen aus unterschiedlichen Bereichen der Informatik werden unter gegebenen Randbedingungen bearbeitet und anhand beispielhaft entwickelter Unterrichtseinheiten untersucht. So lernen die Studierenden, sich unter Nutzung moderner Medien in neue Problemstellungen einzuarbeiten. Darüber hinaus lernen die Studierenden, Forschungsergebnisse aus dem Gebiet der Fachdidaktik zu dokumentieren und sich bei der Arbeit an den Regeln guter wissenschaftlicher Praxis zu orientieren.

Das Fachdidaktik-Projekt baut auf dem Wissensstand der Studierenden aus dem vorangegangenen Grundlagenstudium im lehramtsbezogenen Bachelor sowie den im bisherigen Masterstudium erarbeiteten Kenntnissen und Fertigkeiten auf. Sofern sich die Aufgabenstellung entsprechend anbietet, kann das Forschungsprojekt der Fachdidaktik inhaltlich mit der fachwissenschaftlichen Projektarbeit verknüpft werden, so dass ein Untersuchen der gleichen Fragestellung unter diversen Gesichtspunkten erfolgt.