TUHH
Technische
Universität
Hamburg

Modulhandbuch

Bachelor of Science (B.Sc.)

Computer Science
Duale Variante

Kohorte: Wintersemester 2023

Stand: 20. April 2023

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 2
Studiengangsbeschreibung 3
Fachmodule der Kernqualifikation 5
Modul M0561: Diskrete Algebraische Strukturen 5
Modul M0731: Functional Programming 7
Modul M1436: Prozedurale Programmierung für Informatiker 9
Modul M1728: Mathematics I (EN) 11
Modul M1755: Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Bachelor 13
Modul M1750: Praxismodul 1 im dualen Bachelor 15
Modul M0624: Automata Theory and Formal Languages 17
Modul M0829: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre 19
Modul M1432: Programmierparadigmen 22
Modul M1729: Mathematics II (EN) 24
Modul M1751: Praxismodul 2 im dualen Bachelor 26
Modul M0834: Computernetworks and Internet Security 28
Modul M0730: Technische Informatik 30
Modul M0625: Databases 32
Modul M1732: Mathematics III (EN) 34
Modul M1423: Algorithmen und Datenstrukturen 36
Modul M1752: Praxismodul 3 im dualen Bachelor 38
Modul M0727: Stochastik 40
Modul M0732: Software Engineering 42
Modul M0852: Graphentheorie und Optimierung 44
Modul M0562: Berechenbarkeit und Komplexität 46
Modul M1753: Praxismodul 4 im dualen Bachelor 48
Modul M0873: Software-Fachpraktikum 50
Modul M1578: Seminare Informatik 51
Modul M1754: Praxismodul 5 im dualen Bachelor 53
Fachmodule der Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering 55
Modul M1586: Wissenschaftliche Programmierung 55
Modul M1595: Maschinelles Lernen I 57
Modul M1908: Grundlagen der Betriebssysteme 59
Modul M0791: Rechnerarchitektur 61
Modul M0953: Introduction to Information Security 63
Modul M1593: Data Mining 65
Modul M0754: Compiler Construction 67
Modul M0803: Embedded Systems 68
Modul M1300: Software Development 70
Modul M1872: Betriebssystembau für Einkernsysteme 72
Fachmodule der Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften 74
Modul M1730: Mathematics IV (EN) 74
Modul M0651: Rechnergestützte Geometrie 77
Modul M0941: Kombinatorische Strukturen und Algorithmen 80
Modul M1242: Quantenmechanik für Studierende der Ingenieurswissenschaften 82
Modul M1592: Statistik 84
Modul M0715: Solvers for Sparse Linear Systems 86
Modul M1269: Labor Cyber-Physical Systems 88
Modul M0668: Algebraische Methoden in der Regelungstechnik 89
Modul M0672: Signale und Systeme 91
Modul M0634: Einführung in Medizintechnische Systeme 94
Fachmodule der Vertiefung III. Fachspezifische Fokussierung 96
Modul M1562: Technischer Ergänzungskurs I für CSBS 96
Modul M1568: Technischer Ergänzungskurs II für CSBS 97
Thesis 98
Modul M1800: Bachelorarbeit im dualen Studium 98

Studiengangsbeschreibung

Inhalt

Die Informatik ist neben Biotechnologie, Medizintechnik und Nanotechnologie die Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Sie hat sich zu einer Triebfeder des technologischen Fortschrittes entwickelt, weil alle Berufszweige mit Informationsaspekten durchdrungen sind und immer neue Anwendungsfelder in der Informations- und Kommunikationstechnik erschlossen werden. Deshalb brauchen wir heute und morgen Informatikerinnen und Informatiker, die informationsverarbeitende Systeme qualifiziert und verantwortungsbewusst entwerfen, analysieren und an gegebene Einsatzbedingungen anpassen.

Die Informatik ist eng mit der Mathematik und der Elektrotechnik/Elektronik verbunden, ist aber auch als eine Basis- und Querschnittsdisziplin zu verstehen, die sich sowohl mit technischen als auch mit organisatorischen Problemen bei der Entwicklung und Anwendung informationsverarbeitender Systeme beschäftigt. Sie erforscht die grundsätzlichen Verfahrensweisen der Informationsverarbeitung und die allgemeinen Methoden der Anwendung solcher Verfahren in den verschiedensten Bereichen. Sie geht durch Abstraktion und Modellbildung sowohl über die konkreten technischen Realisierungen informationsverarbeitender Systeme als auch über die Besonderheiten spezieller Anwendungen hinaus und gelangt zur Formulierung allgemeiner Gesetzmäßigkeiten. Daraus entwickelt sie Standardlösungen für die Aufgaben der Praxis, z.B. bei der Bewältigung großer Daten- und Informationsmengen und der Steuerung komplexer Produktionsabläufe (Quelle: studienwahl.de, 05/2015).

Der Bachelorstudiengang Computer Science bietet ein wissenschaftlich fundiertes, grundlagenorientiertes Studium. Auf der Basis eines breiten und in ausgewählten Teilgebieten vertieften fachlichen Wissens werden die analytischen, kreativen und konstruktiven Fähigkeiten zur Konzipierung von informationsverarbeitenden Systemen entwickelt und gefördert. Vor allem wird die Fähigkeit zur Realisierung und Implementierung von programmierbaren Systemen erworben. Durch die Bearbeitung von vielfältigen Problemen aus verschiedenen Anwendungsbereichen entwickeln die Studierenden insgesamt eine sinnvolle Mischung aus praktischen und wissenschaftlichen Fähigkeiten. Schlüsselqualifikationen wie Teamarbeit und Präsentationstechniken werden gezielt vermittelt.

Die Informatik unterliegt schnellen Innovationen, weshalb besonderer Wert auf zukunftsfestes Wissen gelegt wird. Damit sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, auch die künftigen Entwicklungen der Informatik selbstständig und auf hohem Niveau in ihre berufliche Praxis und in ihren persönlichen Horizont zu integrieren. Aus diesem Grund hat der Bachelorstudiengang eine wissenschaftliche und methodenorientierte Grundausrichtung. Erworben werden vor allem gründliche Kenntnisse in Informatik und der dazu gehörigen Mathematik sowie Betriebswirtschaftslehre.

Ergänzend zu dem fachlichen Grundlagenkanon an der TUHH sind Seminare zur Personalen Kompetenzentwicklung im Rahmen des Theorie-Praxis-Transfers in das duale Studium integriert, die den modernen Berufsanforderungen an eine Ingenieurin bzw. einen Ingenieur gerecht werden und die Verknüpfung der beiden Lernorte unterstützt.

Die praxisintegrierenden dualen Intensivstudiengänge der TUHH bestehen aus einem wissenschaftsorientierten und einem praxisorientierten Teil, welche an zwei Lernorten durchgeführt werden. Der wissenschaftsorientierte Teil umfasst das Studium an der TUHH. Der praxisorientierte Teil ist mit dem Studium inhaltlich und zeitlich abgestimmt und findet jeweils in der vorlesungsfreien Zeit in einem Kooperationsunternehmen in Form von Praxismodulen und -phasen statt.

Berufliche Perspektiven

Der Bachelorstudiengang Computer Science bereitet die Absolventen und Absolventinnen sowohl auf eine berufliche Tätigkeit im IT-Sektor als auch auf ein aufbauendes Master-Studium vor. Die Absolventen und Absolventinnen werden in die Lage versetzt, komplexe IT-Lösungen zu entwerfen und technisch umzusetzen. Ferner werden methodische Grundlagen erworben, um sich stets an neue berufliche Entwicklungen und Innovationen anzupassen. Daher sollten die Absolventen und Absolventinnen in nahezu allen Branchen eine verantwortungsvolle Tätigkeit finden können.

Zudem erlangen die Studentinnen und Studenten grundlegende fachliche und personale Kompetenzen im dualen Studium, die sowohl zu einem frühen Einstieg in die Berufspraxis als auch zu einem wissenschaftlich vertiefenden Studium befähigen. Darüber hinaus werden berufspraktische Erfahrungen durch die integrierten Praxismodule erweitert. Die Absolventinnen und Absolventen des dualen Studiengangs verfügen über ein breites Grundlagenwissen, grundlegende Fähigkeiten des wissenschaftlichen Arbeitens und über anwendungsbezogene personale Kompetenzen.

Lernziele

Das Bachelorstudium Computer Science soll die Studierenden sowohl auf eine berufliche Tätigkeit als auch auf ein einschlägiges Master-Studium vorbereiten. Das hierfür notwendige methodische Grundlagenwissen wird im Rahmen des Studiums erworben. Die Lernergebnisse des Studiengangs werden durch ein Zusammenspiel von grundlegenden und weiterführenden Modulen aus Informatik, Mathematik und Betriebswirtschaftslehre erreicht. Die Lernziele sind im Folgenden eingeteilt in die Kategorien Wissen, Fertigkeiten, Sozialkompetenz und Selbstständigkeit.

Wissen

Wissen konstituiert sich aus Fakten, Grundsätzen und Theorien und wird im Bachelorstudiengang Computer Science auf folgenden Gebieten erworben:

1. Die Absolventen und Absolventinnen kennen grundlegende Methoden und Verfahren zur mathematischen Modellbildung in der Informatik, wie etwa algebraisch spezifizierte abstrakte Datentypen, Automatenmodelle, formale Grammatiken, Modelle der Berechenbarkeit, Komplexitätsmodelle, graphentheoretische Netzwerke, Differentialgleichungen, stochastische Prozesse und dynamische Systeme im Sinne der Systemtheorie. Sie können diese beschreiben und vergleichen.
2. Die Absolventen und Absolventinnen kennen fundamentale Methoden und Verfahren zur Lösung oder Approximation von algorithmischen Entscheidungs- und Optimierungsproblemen, wie etwa automatische Differentiation, direkte erschöpfende Suche via Backtracking, Gradienten-basierte Verfahren, graphentheoretische Algorithmen, Heuristiken, lineare (ganzzahlige) Programmierung, Testen von Hypothesen, Theorem-Beweiser, sowie deren Analyse hinsichtlich Komplexität, Konvergenz und Güte. Sie sind in der Lage, diese zu skizzieren und zu diskutieren.
3. Die Absolventen und Absolventinnen kennen die Grundlagen des Software-Entwurfes und können hierbei auf gängige prozedurale, objektorientierte, funktionale und logikbasierte Programmiersprachen sowie grundlegende Datenstrukturen und Algorithmen zurückgreifen. Sie sind vertraut mit dem Betrieb von Software-Systemen unter Berücksichtigung der Organisation und Verarbeitung großer Datenmengen, der Verwaltung der zur Verfügung stehenden Betriebsmittel und einem verteilten Arrangement von Daten und Algorithmen.
4. Die Absolventen und Absolventinnen kennen den Aufbau, den Betrieb und die Organisation von Rechenanlagen und sie wissen, wie Algorithmen auf dem von-Neumann-Rechner oder einem Mikroprozessor ausgeführt werden. Sie wissen ferner, wie Hardware-Bausteine programmiertechnisch beschrieben und simuliert werden können und sie können die Einbettung eines Strukturmodells in einen technischen Rahmen skizzieren und implementieren.
5. Die Absolventen und Absolventinnen kennen eine Reihe von Anwendungsfällen valider mathematischer Modelle in der Informatik, wie etwa Algorithmen in Netzwerken, diskrete und schnelle Fourier-Transformation, Public-Key-Infrastrukturen sowie Sortier- und Suchverfahren.

Fertigkeiten

Die Fähigkeit, erlerntes Wissen anzuwenden, um spezifische Probleme zu lösen, wird im Studiengang Computer Science auf vielfältige Weise unterstützt:

1. Die Absolventen und Absolventinnen sind im Stande, Instanzen formaler Modelle in der Informatik anhand einfacher Modellierungsansätze zu entwickeln, ihre Berechenbarkeit und Komplexität einzuschätzen und sie anhand geeigneter Programmierwerkzeuge umzusetzen.
2. Die Absolventen und Absolventinnen sind in der Lage, Instanzen von algorithmischen Entscheidungs- und Optimierungsproblemen unter Einsatz des Erlernten optimal oder näherungsweise zu lösen und die Lösungen zu analysieren.
3. Die Absolventen und Absolventinnen können Software-Komponenten in komplexere Softwaresysteme unter Benutzung der im Studium

erarbeiteten Methoden integrieren und testen.
4. Die Absolventen und Absolventinnen werden in die Lage versetzt, Mikroprozessoren zu programmieren und Strukturbeschreibungen von einfachen Hardware-Bausteinen zu entwickeln, zu simulieren und zu bewerten.
5. Die Absolventen und Absolventinnen können vertraute Anwendungsfälle valider mathematischer Modelle aus der Informatik unter Verwendung einschlägiger Werkzeuge umsetzen und die Lösungen evaluieren.

Erwerb von Sozialkompetenz

Sozialkompetenz umfasst die individuelle Fähigkeit und den Willen, zielorientiert mit anderen zusammen zu arbeiten, die Interessen der anderen zu erfassen, sich zu verständigen und die Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten.

1. Die Absolventen und Absolventinnen können in einem fachlich homogenen Team organisieren, spezifische Teilaufgaben übernehmen und den eigenen Beitrag reflektieren.
2. Die Absolventen und Absolventinnen sind in der Lage, sich in ein fachlich heterogenes Team einzugliedern, gemeinsame Lösungen zu erarbeiten und diese vor anderen zu vertreten.

Kompetenz zum selbständigen Arbeiten

Personale Kompetenzen umfassen neben der Kompetenz zum selbständigen Handeln auch System- und Lösungskompetenzen, allgemeinen Problemstellung auf spezifische Teilprobleme abzubilden sowie die Auswahl und das Beherrschen geeigneter Methoden und Verfahren zur Problemlösung.

1. Die Absolventen und Absolventinnen können sich selbständig ein eng umrissenes Teilgebiet der Informatik erschließen und die Ergebnisse im Rahmen eines kurzen Vortrages mit fortschrittlichen Präsentationstechniken oder eines mehrseitigen Aufsatzes detailliert zusammenfassen.
2. Die Absolventen und Absolventinnen sind in der Lage, fachlich eingegrenzte Teilprojekte unter Verwendung des im Studium Erlernten in einem komplexeren IT-Entwicklungsprojekt eigenverantwortlich zu bearbeiten.

Der kontinuierliche Wechsel der Lernorte im dualen Studium ermöglicht es, dass Theorie und Praxis zueinander in Beziehung gesetzt werden können. Die individuellen berufspraktischen Erfahrungen werden von den Studierenden theoretisch reflektiert und in neue Formen der Praxis überführt, wie auch die praktische Erprobung theoretischer Elemente als Anregung für die theoretische Auseinandersetzung genutzt wird.

Studiengangsstruktur

Das Curriculum des Bachelorstudienganges Computer Science ist wie folgt gegliedert:

- Kernqualifikation: 25 Module, 156 Leistungspunkte (LP), 1. - 6. Semester
  - Fachmodule aus dem Grundlagenbereich von Informatik und Mathematik (108 LP)
  - Software-Fachpraktikum (6 LP)
  - Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (6 LP)
  - Theorie-Praxis-Verzahnung (6 LP)
  - Praxisphasen (5x6 LP)
- Vertiefung: 7 Module, 42 LP, 5. und 6. Semester
  - Richtungen: Computer- und Software-Engineering, Mathematik und Ingenieurwissenschaften, Fachspezifische Fokussierung
- Bachelorarbeit: 12 LP, 6. Semester

Damit ergibt sich ein Gesamtaufwand von 210 LP.

Der Studienplan ist mit einem Mobilitätsfenster versehen, so dass das fünfte Semester unter Umständen im Ausland absolviert werden kann.

Das Strukturmodell der dualen Studienvariante folgt einem moduldifferenzierenden Ansatz. Aufgrund des praxisorientierten Teils weist das Curriculum der dualen Studienvariante Unterschiede im Vergleich zum regulären Bachelorstudium auf. Die fünf Praxismodule sind in entsprechenden Praxisphasen in der vorlesungsfreien Zeit verortet und finden im Kooperationsunternehmen der dual Studierenden statt.

Fachmodule der Kernqualifikation

Im Studium der Informatik werden zunächst die Grundlagen der praktischen, theoretischen und technischen Informatik sowie der dazu benötigten Mathematik gelehrt. An der TUHH wird großer Wert auf eine breite methodenorientierte Ausbildung gelegt.

Im Einzelnen werden folgende Lehrinhalte vermittelt:

- Praktische Informatik
  - Programmier-Paradigmen (funktional, imperativ, objektorientiert)
  - Algorithmentechnik
  - Datenstrukturen
  - Softwareentwicklung
- Theoretische Informatik
  - Automatentheorie und Formale Sprachen
  - Berechenbarkeit und Komplexitätstheorie
  - Graphentheorie und Optimierung
  - Informationssicherheit
- Technische Informatik
  - Digitaltechnik
  - Rechnerstrukturen
  - Betriebssysteme
  - Rechnernetze
- Mathematik
  - Diskrete Mathematik
  - Lineare Algebra
  - Analysis
  - Stochastik
  - Klassische Systemtheorie

Abgerundet wird das Kernangebot durch Veranstaltungen, welche die persönlichen, sozialen und methodischen Kompetenzen (Soft-Skills) erhöhen sollen:

- Einführung in die Betriebswirtschaftslehre
- Personale Kompetenzentwicklung im Rahmen des Moduls zur Theorie-Praxis-Verzahnung
- Seminare Informatik und Mathematik (3 Seminare frei wählbar aus dem Angebot)
- Software-Fachpraktikum (sechswöchig, am Lernort Kooperationsunternehmen)

Modul M0561: Diskrete Algebraische Strukturen

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Diskrete Algebraische Strukturen (L0164)	Vorlesung	2	3
Diskrete Algebraische Strukturen (L0165)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Antoine Mottet
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Abiturkenntnisse in Mathematik.
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Wissen: Die Studierenden kennen • zahlentheoretische und funktionsbasierte Modelle der Kryptographie sowie Grundlagen der linearen Codes; • den Aufbau und Struktur von Restklassenringen (Euklidische Ringe) und endlichen Körpern; • den Aufbau und die Struktur von Unter-, Summen- und Faktorstrukturen in algebraischen Gebilden sowie Homomorphismen zwischen diesen Strukturen; • den Aufbau und die Abzählung von elementaren kombinatorischen Strukturen; • die wichtigsten Beweiskonzepte der modernen Mathematik; • den Aufbau der höheren Mathematik basierend auf mathematischer Logik und Mengenlehre; • grundlegende Aspekte des Einsatzes von mathematischer Software (Computeralgebrasystem Maple) zur Lösung von algebraischen oder kombinatorischen Aufgabenstellungen.
Fertigkeiten	Fertigkeiten: Die Studierenden können • in Restklassenringen (Euklischen Ringen) rechnen; • Unter-, Summen- und Faktorstrukturen in algebraischen Gebilden aufstellen und in ihnen rechnen sowie algebraische Strukturen durch Homomorphismen aufeinander beziehen; • elementar-kombinatorische Strukturen identifizieren und abzählen; • die Sprache der Mathematik, basierend auf Mathematischer Logik und Mengenlehre, dienstbar verwenden; • einfache, im Kontext stehende mathematische Aussagen beweisen; • einschlägige mathematische Software (Computeralgebrasystem Maple) zielgerichtet einsetzen.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, fachspezifische Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachbüchern selbständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56

Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0164: Diskrete Algebraische Strukturen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Antoine Mottet
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L0165: Diskrete Algebraische Strukturen	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Antoine Mottet
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0731: Functional Programming

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Funktionales Programmieren (L0624)	Vorlesung	2	2
Funktionales Programmieren (L0625)	Hörsaalübung	2	2
Funktionales Programmieren (L0626)	Gruppenübung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Sibylle Schupp
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Discrete mathematics at high-school level
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Students apply the principles, constructs, and simple design techniques of functional programming. They demonstrate their ability to read Haskell programs and to explain Haskell syntax as well as Haskell's read-eval-print loop. They interpret warnings and find errors in programs. They apply the fundamental data structures, data types, and type constructors. They employ strategies for unit tests of functions and simple proof techniques for partial and total correctness. They distinguish laziness from other evaluation strategies.
Fertigkeiten	Students break a natural-language description down in parts amenable to a formal specification and develop a functional program in a structured way. They assess different language constructs, make conscious selections both at specification and implementations level, and justify their choice. They analyze given programs and rewrite them in a controlled way. They design and implement unit tests and can assess the quality of their tests. They argue for the correctness of their program.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Students practice peer programming with varying peers. They explain problems and solutions to their peer. They defend their programs orally. They communicate in English.
Selbstständigkeit	In programming labs, students learn under supervision (a.k.a. "Betreutes Programmieren") the mechanics of programming. In exercises, they develop solutions individually and independently, and receive feedback.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Leistungspunkte	6
Studienleistung	**Verpflichtend** Ja; **Bonus** 15 %; **Art der Studienleistung** Übungsaufgaben; **Beschreibung**
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0624: Functional Programming

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Functions, Currying, Recursive Functions, Polymorphic Functions, Higher-Order Functions • Conditional Expressions, Guarded Expressions, Pattern Matching, Lambda Expressions • Types (simple, composite), Type Classes, Recursive Types, Algebraic Data Type • Type Constructors: Tuples, Lists, Trees, Associative Lists (Dictionaries, Maps) • Modules • Interactive Programming • Lazy Evaluation, Call-by-Value, Strictness • Design Recipes • Testing (axiom-based, invariant-based, against reference implementation) • Reasoning about Programs (equation-based, inductive) • Idioms of Functional Programming • Haskell Syntax and Semantics
Literatur	Graham Hutton, Programming in Haskell, Cambridge University Press 2007.

Lehrveranstaltung L0625: Functional Programming	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Functions, Currying, Recursive Functions, Polymorphic Functions, Higher-Order Functions • Conditional Expressions, Guarded Expressions, Pattern Matching, Lambda Expressions • Types (simple, composite), Type Classes, Recursive Types, Algebraic Data Type • Type Constructors: Tuples, Lists, Trees, Associative Lists (Dictionaries, Maps) • Modules • Interactive Programming • Lazy Evaluation, Call-by-Value, Strictness • Design Recipes • Testing (axiom-based, invariant-based, against reference implementation) • Reasoning about Programs (equation-based, inductive) • Idioms of Functional Programming • Haskell Syntax and Semantics
Literatur	Graham Hutton, Programming in Haskell, Cambridge University Press 2007.

Lehrveranstaltung L0626: Functional Programming	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Functions, Currying, Recursive Functions, Polymorphic Functions, Higher-Order Functions • Conditional Expressions, Guarded Expressions, Pattern Matching, Lambda Expressions • Types (simple, composite), Type Classes, Recursive Types, Algebraic Data Type • Type Constructors: Tuples, Lists, Trees, Associative Lists (Dictionaries, Maps) • Modules • Interactive Programming • Lazy Evaluation, Call-by-Value, Strictness • Design Recipes • Testing (axiom-based, invariant-based, against reference implementation) • Reasoning about Programs (equation-based, inductive) • Idioms of Functional Programming • Haskell Syntax and Semantics
Literatur	Graham Hutton, Programming in Haskell, Cambridge University Press 2007.

Modul M1436: Prozedurale Programmierung für Informatiker

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Prozedurale Programmierung für Informatiker (L2163)	Vorlesung	2	2
Prozedurale Programmierung für Informatiker (L2164)	Hörsaalübung	1	1
Prozedurale Programmierung für Informatiker (L2165)	Laborpraktikum	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Bernd-Christian Renner
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Studierende kennen - die wesentlichen Merkmale einer prozeduralen Programmiersprache - die Schritte während der Kompilation von prozeduralem Quellcode zu Maschinencode - alle wesentlichen Sprachkonstrukte und Datentypen einer prozeduralen Programmiersprache - Softwaredesignkonzepte für die Umsetzung prozeduraler Programme
Fertigkeiten	- Beherrschen der typischen Entwicklungswerkzeuge - Entwurf von einfachen, strukturierten Programmen auf Basis einer prozeduralen Programmiersprache - Fehlersuche durch Analyse von Compiler-Warnungen und Fehlermeldungen - Analyse und Erklärung von prozeduralen Programmen
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	- Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, fachspezifische Aufgaben in einer Kleingruppe zu bearbeiten, Aufgaben zu verteilen und die Resultate geeignet zu präsentieren.
Selbstständigkeit	- Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachbüchern selbständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L2163: Prozedurale Programmierung für Informatiker

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	- Prozedurale Programmierung: Fundamentale Datentypen, Operatoren, Kontrollstrukturen, Funktionen, Zeiger und Arrays, Gültigkeitsbereiche und Lebensdauer von Variablen, Strukturen / Unionen, Funktionszeiger, Kommandozeilenargumente - Programmiertechniken: Modularisierung, Trennung von Schnittstelle und Implementierung, Callback-Funktionen, Strukturierte Datentypen - Entwicklungswerkzeuge: Präprozessor, Compiler, Linker, Assembler, IDE, Versionsverwaltung (Git)
Literatur	- Greg Perry and Dean Miller. C Programming Absolute Beginner's Guide: No experience necessary! Que Publishing; 3. Auflage (7. August 2013). ISBN 978-0789751980. - Helmut Erlenkötter. C: Programmieren von Anfang an. Rowohlt Taschenbuch; 25. Auflage (1. Dezember 1999). ISBN 978-3499600746. - Markus Neumann. C Programmieren: für Einsteiger: Der leichte Weg zum C-Experten (Einfach Programmieren lernen, Band 8). BMU Verlag (30. Januar 2020). ISBN 978-3966450607. - Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie: The C Programming Language. Prentice Hall; 2. Auflage (1988), ISBN 0-13-110362-8.

Lehrveranstaltung L2164: Prozedurale Programmierung für Informatiker	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2165: Prozedurale Programmierung für Informatiker	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bernd-Christian Renner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1728: Mathematics I (EN)

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Mathematik I (EN) (L2973)	Vorlesung	4	4
Mathematik I (EN) (L2974)	Hörsaalübung	2	2
Mathematik I (EN) (L2975)	Gruppenübung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Daniel Ruprecht
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	School mathematics
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

Fachkompetenz

Wissen

- Students can name the basic concepts in analysis and linear algebra. They are able to explain them using appropriate examples.
- Students can discuss logical connections between these concepts. They are capable of illustrating these connections with the help of examples.
- They know proof strategies and can reproduce them.

Fertigkeiten

- Students can model problems in analysis and linear algebra with the help of the concepts studied in this course. Moreover, they are capable of solving them by applying established methods.
- Students are able to recognize logical connections between the taught concepts and capable of identifying new ones.
- For a given problem, the students can develop and execute a suitable solution approach, and are capable of critically evaluating the results.

Personale Kompetenzen

Sozialkompetenz

- Students are able to work together in teams. They are of using mathematics as a common language.
- In doing so, they can communicate new concepts according to the needs of other students. They can design examples to check and deepen the understanding of their peers.

Selbstständigkeit

- Students are capable of checking their understanding of complex concepts on their own. They can clearly specify open questions and know where to get help in solving them.
- Students have developed sufficient mental stamina to work on hard problems for an extended period of time.

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 128, Präsenzstudium 112
Leistungspunkte	8

Studienleistung

Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
Ja	10 %	Übungsaufgaben	

Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L2973: Mathematics I (EN)	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Anusch Taraz
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Mathematical Foundations: sets, statements, induction, mappings, trigonometry Analysis: Foundations of differential calculus in one variable • natural and real numbers • convergence of sequences and series • continuous and differentiable functions • mean value theorems • Taylor series
Literatur	• T. Arens u.a. : Mathematik, Springer Spektrum, Heidelberg 2015 • W. Mackens, H. Voß: Mathematik I für Studierende der Ingenieurwissenschaften, HECO-Verlag, Alsdorf 1994 • W. Mackens, H. Voß: Aufgaben und Lösungen zur Mathematik I für Studierende der Ingenieurwissenschaften, HECO-Verlag, Alsdorf 1994 • G. Strang: Lineare Algebra, Springer-Verlag, 2003 • G. und S. Teschl: Mathematik für Informatiker, Band 1, Springer-Verlag, 2013

Lehrveranstaltung L2974: Mathematics I (EN)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Anusch Taraz, Dr. Dennis Clemens, Dr. Simon Campese
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2975: Mathematics I (EN)	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Anusch Taraz
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1755: Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Bachelor

Modulverantwortlicher	Dr. Henning Haschke
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	keine
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die dual Studierenden können ausgewählte klassische und moderne Theorien, Konzepte und Methoden ... • des Selbstmanagements, der Arbeits- und Lernorganisation • der Selbstkompetenz und • der Sozialkompetenz ... beschreiben, einordnen sowie auf konkrete Situationen, Projekte und Vorhaben in Ihrem persönlichen und beruflichen Kontext anwenden.
Fertigkeiten	Die dual Studierenden ... • ... antizipieren typische Schwierigkeiten, positive und negative Auswirkungen sowie Erfolgs- und Misserfolgsfaktoren im Ingenieurbereich, beurteilen diese und wägen aussichtsreiche Strategien und Handlungsoptionen gegeneinander ab.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die dual Studierenden ... • ... arbeiten problemorientiert und interdisziplinär in Expert:innen- und Arbeitsteams zusammen. • ... sind in der Lage, Arbeitsgruppen zusammenzustellen und anzuleiten. • ... vertreten komplexe, fachbezogene Problemlösungen gegenüber Fachleuten und Stakeholdern argumentativ und können diese gemeinsam weiterentwickeln.
Selbstständigkeit	Die dual Studierenden ... • ... definieren, reflektieren und bewerten Ziele für Lern- und Arbeitsprozesse. • ... gestalten ihre Lern- und Arbeitsprozesse an den Lernorten Universität und Betrieb eigenständig und nachhaltig. • ... übernehmen Verantwortung für ihre Lern- und Arbeitsprozesse. • ... sind in der Lage, ihre Vorstellungen oder Handlungen bewusst zu durchdenken und auf ihr Selbstkonzept zu beziehen, um darauf aufbauend Folgerungen für zukünftiges Handeln zu entwickeln.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	Studienbegleitende und semesterübergreifende Dokumentation: Die Leistungspunkte für das Modul werden durch die Anfertigung eines digitalen Lern- und Entwicklungsberichtes (E-Portfolio) erworben. Dabei handelt es sich um eine fortlaufende Dokumentation und Reflexion der Lernerfahrungen und der Kompetenzentwicklung im Bereich der Personalen Kompetenz.

Lehrveranstaltung L2885: Selbstkompetenzen für den beruflichen Erfolg im Ingenieurbereich (duale Studienvariante)

Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Henning Haschke, Heiko Sieben
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	• Schlüsselqualifikationen für den beruflichen Erfolg • Persönlichkeit und Selbstkonzept • Persönlichkeitsprofile • Emotionale Kompetenz • Bedürfnisstrukturmodelle • Motivationstheorien und -modelle • Kommunikationsgrundlagen, -störungen • Konfliktmanagement • Konstruktive Kommunikations- und Sprachkulturen • Resilienz • Transferkompetenz und (Selbst-)Reflexion • Interkulturelle Kompetenz und Businessknigge • Dokumentation und Reflexion von Lernerfahrungen
Literatur	Seminarapparat

Lehrveranstaltung L2884: Selbstmanagement, Arbeits- und Lernorganisation im dualen Studium (duale Studienvariante)	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Henning Haschke, Heiko Sieben
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	• Lernen lernen • Instrumente und Methoden des Zeit- und Selbstmanagements • Persönlichkeit und Arbeitsstil/-verhalten (DISG-Modell); innere Antreiber/Motivation • Zielsetzungs- und Planungstechniken (SMART, GROW); für kurz-, mittel-und langfristige Planungen • Kreativitätstechniken • Stressmanagement, Resilienz • (Selbst-)Reflexion im Lern- und Arbeitsprozess • Strukturierung/Verknüpfung von Lern- und Arbeitsprozessen an verschiedenen Lernorten • Einflussfaktoren Lerntransfer/Transferkompetenz
Literatur	Seminarapparat

Lehrveranstaltung L2886: Sozialkompetenz: Teamentwicklung und Kommunikation im Ingenieurbereich (duale Studienvariante)	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Henning Haschke, Heiko Sieben
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	• Formen, Bedingungen und Prozesse von Arbeitsgruppen und Führungsbeziehungen • Sozialkompetenz: Theorien und Modelle • Kommunikations- und Gesprächstechniken • Empathie und Motivation in der Teamarbeit, Gesetzmäßigkeiten von Teams • Kritikfähigkeit • Teamentwickelung: Gesetzmäßigkeiten in der Entwicklung von Arbeits- und Projektgruppen • Einblicke in den Führungsalltag: Theorien und Modelle, Führungsaufgaben, Führungsstile, Situative Führung, Grundlagen des Change Managements • Dokumentation und Reflexion von Lernerfahrungen
Literatur	Seminarapparat

Modul M1750: Praxismodul 1 im dualen Bachelor

Lehrveranstaltungen			
Titel	**Typ**	**SWS**	**LP**
Praxisphase 1 im dualen Bachelor (L2879)		0	6

Modulverantwortlicher	Dr. Henning Haschke
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	LV A „Selbstmanagement, Arbeits- und Lernorganisation im dualen Studium“ aus dem Modul „Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Bachelor“.
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die dual Studierenden ... • ... beschreiben die Organisation ihres Arbeitgebers (Betrieb) mit den dazugehörigen Regelungen, die sich auf die Verteilung von Aufgaben und Kompetenzen sowie die Abwicklung von Arbeitsprozessen beziehen. • ... verstehen den Aufbau und die Zielsetzungen der dualen Studienvariante und die ansteigenden Anforderungen im Studienverlauf.
Fertigkeiten	Die dual Studierenden ... • ... wenden den zugewiesenen Arbeitsbereichen und -aufgaben entsprechend Geräte und Hilfsmittel an und können betriebliche Verfahrens- und Vorgehensweisen hinsichtlich der angestrebten Arbeitsergebnisse/-ziele beschreiben. • ... setzen die mit ihren aktuellen Aufgaben korrespondierenden hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen um.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die dual Studierenden ... • ... haben sich mit ihrer neuen Arbeitsumgebung (Lernort) und den damit verbundenen Aufgaben/Prozessen/Arbeitsbeziehungen vertraut gemacht. • ... kennen ihre zentralen Ansprechpersonen und die Kolleg:innen im Betrieb und tauschen sich konstruktiv mit ihnen aus. • ... stimmen Arbeitsaufgaben mit ihrer fachlichen Betreuung ab und bitten bedarfsgerecht um Unterstützung. • ... gestalten die Arbeit im zugewiesenen Arbeitsbereich mit und bieten den Kolleg:innen bei ihrer Arbeit Unterstützung an. • ... arbeiten zielorientiert mit anderen in kleineren Arbeitsteams zusammen.
Selbstständigkeit	Die dual Studierenden ... • ... strukturieren ihre Arbeits- und Lernprozesse im Betrieb gemäß der Zuständigkeiten und Befugnisse selbständig und stimmen sie mit ihrer fachlichen Betreuung ab. • ... setzen die Arbeitsaufgaben/-aufträge mit Unterstützung von Kolleginnen und Kollegen um. • ... koordinieren den Ablauf der Praxisphase mit der individuellen Vorbereitung auf die Prüfungsphase an der TU Hamburg. • ... dokumentieren und reflektieren den Zusammenhang zwischen Grundlagenfächern und der Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 180, Präsenzstudium 0
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	Studienbegleitende und semesterübergreifende Dokumentation: Die Leistungspunkte für das Modul werden durch die Anfertigung eines digitalen Lern- und Entwicklungsberichtes (E-Portfolio) erworben. Dabei handelt es sich um eine Dokumentation und Reflexion der individuellen Lernerfahrungen und Kompetenzentwicklungen im Bereich der Theorie-Praxis-Verzahnung und der Berufspraxis. Zusätzlich erbringt das Kooperationsunternehmen gegenüber der Koordinierungsstelle dual@TUHH den Nachweis, dass die bzw. der dual Studierende die Praxisphase absolviert hat.
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L2879: Praxisphase 1 im dualen Bachelor	
Typ	
SWS	0
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 180, Präsenzstudium 0
Dozenten	Dr. Henning Haschke
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	**Onboarding Betrieb** • Zuweisung erste Arbeitsbereiche (Vorgesetzte/r, Kolleg:innen) • Zuweisung Ansprechperson im Betrieb (idR. Personalabteilung) • Zuweisung fachliche Lernbegleitung im Arbeitsbereich (Feld praktischer Anwendung) • Zuständigkeiten und Befugnisse des dual Studierenden im Betrieb • Unterstützung/Zusammenarbeit mit Kolleg:innen • Ablaufplanung des jeweiligen Praxismoduls mit ersten Arbeitsaufgaben • Möglichkeiten TP-Transfer • Ablaufplanung der Prüfungsphase/nächstes Studiensemester **Betriebliches Wissen und betriebliche Fertigkeiten** • Unternehmensspezifika: Organisationsstruktur, Unternehmensstrategie, Geschäfts- und Arbeitsbereiche, Arbeitsabläufe- und Prozesse, Arbeitsebenen • Verfahrens- und Vorgehensmöglichkeiten im arbeitsmarktrelevanten Tätigkeitsfeld des Ingenieurwesens • Betriebliche Geräte und Hilfsmittel • Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen (Theorie-Praxis-Transfer) in damit korrespondierenden Arbeits- und Aufgabenbereichen des Betriebes **Lerntransfer/-reflexion** • Anlegen E-Portfolio • Bedeutung der Grundlagenfächer für die Arbeit als Ingenieur:in • Vergleich der Lern- und Arbeitsprozesse unterschiedlicher Lernorte hinsichtlich ihrer Ergebnisse und Auswirkungen • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer
Literatur	• Studierendenhandbuch • Betriebliche Dokumente • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer

Modul M0624: Automata Theory and Formal Languages

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Automatentheorie und Formale Sprachen (L0332)	Vorlesung	2	4
Automatentheorie und Formale Sprachen (L0507)	Gruppenübung	2	2

Modulverantwortlicher: Prof. Matthias Mnich

Zulassungsvoraussetzungen: None

Empfohlene Vorkenntnisse: Participating students should be able to

- specify algorithms for simple data structures (such as, e.g., arrays) to solve computational problems
- apply propositional logic and predicate logic for specifying and understanding mathematical proofs
- apply the knowledge and skills taught in the module Discrete Algebraic Structures

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse: Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

Fachkompetenz

Wissen: Students can explain syntax, semantics, and decision problems of propositional logic, and they are able to give algorithms for solving decision problems. Students can show correspondences to Boolean algebra. Students can describe which application problems are hard to represent with propositional logic, and therefore, the students can motivate predicate logic, and define syntax, semantics, and decision problems for this representation formalism. Students can explain unification and resolution for solving the predicate logic SAT decision problem. Students can also describe syntax, semantics, and decision problems for various kinds of temporal logic, and identify their application areas. The participants of the course can define various kinds of finite automata and can identify relationships to logic and formal grammars. The spectrum that students can explain ranges from deterministic and nondeterministic finite automata and pushdown automata to Turing machines. Students can name those formalism for which nondeterminism is more expressive than determinism. They are also able to demonstrate which decision problems require which expressivity, and, in addition, students can transform decision problems w.r.t. one formalism into decision problems w.r.t. other formalisms. They understand that some formalisms easily induce algorithms whereas others are best suited for specifying systems and their properties. Students can describe the relationships between formalisms such as logic, automata, or grammars.

Fertigkeiten: Students can apply propositional logic as well as predicate logic resolution to a given set of formulas. Students analyze application problems in order to derive propositional logic, predicate logic, or temporal logic formulas to represent them. They can evaluate which formalism is best suited for a particular application problem, and they can demonstrate the application of algorithms for decision problems to specific formulas. Students can also transform nondeterministic automata into deterministic ones, or derive grammars from automata and vice versa. They can show how parsers work, and they can apply algorithms for the language emptiness problem in case of infinite words.

Personale Kompetenzen

Sozialkompetenz

- Students are able to work together in teams. They are capable to use mathematics as a common language.
- In doing so, they can communicate new concepts according to the needs of their cooperating partners. Moreover, they can design examples to check and deepen the understanding of their peers.

Selbstständigkeit

- Students are capable of checking their understanding of complex concepts on their own. They can specify open questions precisely and know where to get help in solving them.
- Students have developed sufficient persistence to be able to work for longer periods in a goal-oriented manner on hard problems.

Arbeitsaufwand in Stunden: Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56

Leistungspunkte: 6

Studienleistung

Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
Nein	20 %	Übungsaufgaben	

Prüfung: Klausur

Prüfungsdauer und -umfang: 90 min

Zuordnung zu folgenden Curricula

Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Pflicht
Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Pflicht
Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht
Data Science: Kernqualifikation: Pflicht
Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht
Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht
Engineering Science: Vertiefung Data Science: Pflicht
General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht
Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht
Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht
Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0332: Automata Theory and Formal Languages	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Mnich
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	1. Propositional logic, Boolean algebra, propositional resolution, SAT-2KNF 2. Predicate logic, unification, predicate logic resolution 3. Temporal Logics (LTL, CTL) 4. Deterministic finite automata, definition and construction 5. Regular languages, closure properties, word problem, string matching 6. Nondeterministic automata: Rabin-Scott transformation of nondeterministic into deterministic automata 7. Epsilon automata, minimization of automata, elimination of e-edges, uniqueness of the minimal automaton (modulo renaming of states) 8. Myhill-Nerode Theorem: Correctness of the minimization procedure, equivalence classes of strings induced by automata 9. Pumping Lemma for regular languages: provision of a tool which, in some cases, can be used to show that a finite automaton principally cannot be expressive enough to solve a word problem for some given language 10. Regular expressions vs. finite automata: Equivalence of formalisms, systematic transformation of representations, reductions 11. Pushdown automata and context-free grammars: Definition of pushdown automata, definition of context-free grammars, derivations, parse trees, ambiguities, pumping lemma for context-free grammars, transformation of formalisms (from pushdown automata to context-free grammars and back) 12. Chomsky normal form 13. CYK algorithm for deciding the word problem for context-free grammrs 14. Deterministic pushdown automata 15. Deterministic vs. nondeterministic pushdown automata: Application for parsing, LL(k) or LR(k) grammars and parsers vs. deterministic pushdown automata, compiler compiler 16. Regular grammars 17. Outlook: Turing machines and linear bounded automata vs general and context-sensitive grammars 18. Chomsky hierarchy 19. Mealy- and Moore automata: Automata with output (w/o accepting states), infinite state sequences, automata networks 20. Omega automata: Automata for infinite input words, Büchi automata, representation of state transition systems, verification w.r.t. temporal logic specifications (in particular LTL) 21. LTL safety conditions and model checking with Büchi automata, relationships between automata and logic 22. Fixed points, propositional mu-calculus 23. Characterization of regular languages by monadic second-order logic (MSO)
Literatur	1. Logik für Informatiker Uwe Schöning, Spektrum, 5. Aufl. 2. Logik für Informatiker Martin Kreuzer, Stefan Kühling, Pearson Studium, 2006 3. Grundkurs Theoretische Informatik, Gottfried Vossen, Kurt-Ulrich Witt, Vieweg-Verlag, 2010. 4. Principles of Model Checking, Christel Baier, Joost-Pieter Katoen, The MIT Press, 2007

Lehrveranstaltung L0507: Automata Theory and Formal Languages	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Mnich
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0829: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Betriebswirtschaftliche Übung (L0882)	Gruppenübung	2	3
Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (L0880)	Vorlesung	3	3

Modulverantwortlicher	Prof. Christoph Ihl
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Schulkenntnisse in Mathematik und Wirtschaft
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden können... • grundlegende Begriffe und Kategorien aus dem Bereich Wirtschaft und Management benennen und erklären • grundlegende Aspekte wettbewerblichen Unternehmertums beschreiben (Betrieb und Unternehmung, betrieblicher Zielbildungsprozess) • wesentliche betriebliche Funktionen erläutern, insb. Funktionen der Wertschöpfungskette (z.B. Produktion und Beschaffung, Innovationsmanagement, Absatz und Marketing) sowie Querschnittsfunktionen (z.B. Organisation, Personalmanagement, Supply Chain Management, Informationsmanagement) und die wesentlichen Aspekte von Entrepreneurship-Projekten benennen • Grundlagen der Unternehmensplanung (Entscheidungstheorie, Planung und Kontrolle) wie auch spezielle Planungsaufgaben (z.B. Projektplanung, Investition und Finanzierung) erläutern • Grundlagen des Rechnungswesens erklären (Buchführung, Bilanzierung, Kostenrechnung, Controlling)
Fertigkeiten	Die Studierenden können • Unternehmensziele definieren und in ein Zielsystem einordnen sowie Zielsysteme strukturieren • Organisations- und Personalstrukturen von Unternehmen analysieren • Methoden für Entscheidungsprobleme unter mehrfacher Zielsetzung, unter Ungewissheit sowie unter Risiko zur Lösung von entsprechenden Problemen anwenden • Produktions- und Beschaffungssysteme sowie betriebliche Informationssysteme analysieren und einordnen • Einfache preispolitische und weitere Instrumente des Marketing analysieren und anwenden • Grundlegende Methoden der Finanzmathematik auf Invesititions- und Finanzierungsprobleme anwenden • Die Grundlagen der Buchhaltung, Bilanzierung, Kostenrechnung und des Controlling erläutern und Methoden aus diesen Bereichen auf einfache Problemstellungen anwenden.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden sind in der Lage • sich im Team zu organisieren und ein Projekt aus dem Bereich Entrepreneurship gemeinsam zu bearbeiten und einen Projektbericht zu erstellen • erfolgreich problemlösungsorientiert zu kommunizieren • respektvoll und erfolgreich zusammenzuarbeiten
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind in der Lage • Ein Projekt in einem Team zu bearbeiten und einer Lösung zuzuführen • unter Anleitung einen Projektbericht zu verfassen
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	mehrere schriftliche Leistungen über das Semester verteilt
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Bauingenieurwesen: Wahlpflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Umwelt: Wahlpflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Verkehr und Mobilität: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Integrierte Gebäudetechnik: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Schiffstechnik: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Elektrische Systeme: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Dynamische Systeme und AI: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Roboter- und Maschinensysteme: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Medizintechnik: Pflicht

	Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L0882: Betriebswirtschaftliche Übung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christoph Ihl, Katharina Roedelius
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	In der betriebswirtschaftlichen Horsaalübung werden die Inhalte der Vorlesung durch praktische Beispiele und die Anwendung der diskutierten Werkzeuge vertieft. Bei angemessener Nachfrage wird parallel auch eine Problemorientierte Lehrveranstaltung angeboten, die Studierende alternativ wählen können. Hier bearbeiten die Studierenden in Gruppen ein selbstgewähltes Projekt, das sich thematisch mit der Ausarbeitung einer innovativen Geschäftsidee aus Sicht eines etablierten Unternehmens oder Startups befasst. Auch hier sollen die betriebswirtschaftlichen Grundkenntnisse aus der Vorlesung zum praktischen Einsatz kommen. Die Gruppenarbeit erfolgt unter Anleitung eines Mentors.
Literatur	Relevante Literatur aus der korrespondierenden Vorlesung.

Lehrveranstaltung L0880: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Christoph Ihl, Prof. Christian Lüthje, Prof. Christian Ringle, Prof. Cornelius Herstatt, Prof. Kathrin Fischer, Prof. Matthias Meyer, Prof. Thomas Wrona, Prof. Thorsten Blecker, Prof. Wolfgang Kersten
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	• Die Abgrenzung der BWL von der VWL und die Gliederungsmöglichkeiten der BWL • Wichtige Definitionen aus dem Bereich Management und Wirtschaft • Die wichtigsten Unternehmensziele und ihre Einordnung sowie (Kern-) Funktionen der Unternehmung • Die Bereiche Produktion und Beschaffungsmanagement, der Begriff des Supply Chain Management und die Bestandteile einer Supply Chain • Die Definition des Begriffs Information, die Organisation des Informations- und Kommunikations (IuK)-Systems und Aspekte der Datensicherheit; Unternehmensstrategie und strategische Informationssysteme • Der Begriff und die Bedeutung von Innovationen, insbesondere Innovationschancen, -risiken und prozesse • Die Bedeutung des Marketing, seine Aufgaben, die Abgrenzung von B2B- und B2C-Marketing • Aspekte der Marketingforschung (Marktportfolio, Szenario-Technik) sowie Aspekte der strategischen und der operativen Planung und Aspekte der Preispolitik • Die grundlegenden Organisationsstrukturen in Unternehmen und einige Organisationsformen • Grundzüge des Personalmanagements • Die Bedeutung der Planung in Unternehmen und die wesentlichen Schritte eines Planungsprozesses • Die wesentlichen Bestandteile einer Entscheidungssituation sowie Methoden für Entscheidungsprobleme unter mehrfacher Zielsetzung, unter Ungewissheit sowie unter Risiko • Grundlegende Methoden der Finanzmathematik • Die Grundlagen der Buchhaltung, der Bilanzierung und der Kostenrechnung • Die Bedeutung des Controlling im Unternehmen und ausgewählte Methoden des Controlling • Die wesentlichen Aspekte von Entrepreneurship-Projekten Neben der Vorlesung, die die Fachinhalte vermittelt, erarbeiten die Studierenden selbstständig in Gruppen einen Business-Plan für ein Gründungsprojekt. Dafür wird auch das wissenschaftliche Arbeiten und Schreiben gezielt unterstützt.
Literatur	Bamberg, G., Coenenberg, A.: Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre, 14. Aufl., München 2008 Eisenführ, F., Weber, M.: Rationales Entscheiden, 4. Aufl., Berlin et al. 2003 Heinhold, M.: Buchführung in Fallbeispielen, 10. Aufl., Stuttgart 2006. Kruschwitz, L.: Finanzmathematik. 3. Auflage, München 2001. Pellens, B., Fülbier, R. U., Gassen, J., Sellhorn, T.: Internationale Rechnungslegung, 7. Aufl., Stuttgart 2008. Schweitzer, M.: Planung und Steuerung, in: Bea/Friedl/Schweitzer: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Bd. 2: Führung, 9. Aufl., Stuttgart 2005. Weber, J., Schäffer, U. : Einführung in das Controlling, 12. Auflage, Stuttgart 2008. Weber, J./Weißenberger, B.: Einführung in das Rechnungswesen, 7. Auflage, Stuttgart 2006.

Modul M1432: Programmierparadigmen

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Programmierparadigmen (L2169)	Vorlesung	2	2
Programmierparadigmen (L2170)	Hörsaalübung	1	1
Programmierparadigmen (L2171)	Laborpraktikum	2	3

Modulverantwortlicher	NN
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Veranstaltung Prozedurale Programmierung oder gleichwertige Programmierkenntnisse in imperativer Programmierung
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studenten haben ein grundlegendes Verständnis über die objektorientierte und die generische Programmierung erworben und können diese in eigenen Programmierprojekten umsetzen. Sie können eigene Klassenhierarchien erstellen und verschiedene Formen der Vererbung unterscheiden. Sie haben ein grundlegendes Verständnis des Polymorphismus und können zwischen Laufzeit- und Compilierzeit-Polymorphismus unterschieden. Die Studenten sind mit dem Konzept der Datenkapselung vertraut und können Schnittstellen in private und öffentliche Methoden unterteilen. Sie können mit Exceptions umgehen und nutzen generische Programmierung um Datenstrukturen zu verallgemeinern. Die Studenten können die Vor- und Nachteile der beiden Programmierparadigmen
Fertigkeiten	Die Studenten können eine mittelgroße Problemstellung in Teilprobleme zerlegen und darauf aufbauend eigene Klassen in einer objektorientierten Programmiersprache erstellen. Sie können dabei ein öffentliche und private Schnittstellen entwerfen und die Implementierung durch Abstraktion generisch und erweiterbar umsetzen. Sie können verschiedene Sprachkonstrukte einer modernen Programmiersprache unterscheiden und diese geeignet in der Implementierung nutzen. Sie können Unit Tests entwerfen und implementieren.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Studierende können in Teams arbeiten und in Foren kommunizieren.
Selbstständigkeit	In Programmierpraktikum lernen die Studenten unter Aufsicht die objektorientierte Programmierung. In Übungen entwickeln sie individuell und unabhängig Lösungen und erhalten Feedback.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L2169: Programmierparadigmen

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des SD E
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Grundlegende Idee der Objetorientierten Programmierung • Klassen und Objekte • Vererbung (einfach, mehrfach) • Schnittstellen (Interfaces) • Datenkapselung (private / public usw.) • Ausnahmebehandlung (Exceptions) • Generische Programmierung und deren Umsetzung im Compiler • Exkurs in die Programmierung mit dynamisch getypten Programmiersprachen
Literatur	Skript

Lehrveranstaltung L2170: Programmierparadigmen	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des SD E
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Grundlegende Idee der Objetorientierten Programmierung • Klassen und Objekte • Vererbung (einfach, mehrfach) • Schnittstellen (Interfaces) • Datenkapselung (private / public usw.) • Ausnahmebehandlung (Exceptions) • Generische Programmierung und deren Umsetzung im Compiler • Exkurs in die Programmierung mit dynamisch getypten Programmiersprachen
Literatur	Skript

Lehrveranstaltung L2171: Programmierparadigmen	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des SD E
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Grundlegende Idee der Objetorientierten Programmierung • Klassen und Objekte • Vererbung (einfach, mehrfach) • Schnittstellen (Interfaces) • Datenkapselung (private / public usw.) • Ausnahmebehandlung (Exceptions) • Generische Programmierung und deren Umsetzung im Compiler • Exkurs in die Programmierung mit dynamisch getypten Programmiersprachen
Literatur	Skript

Modul M1729: Mathematics II (EN)

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Mathematik II (EN) (L2979)	Vorlesung	4	4
Mathematik II (EN) (L2980)	Hörsaalübung	2	2
Mathematik II (EN) (L2981)	Gruppenübung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Daniel Ruprecht
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	School mathematics
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	• Students can name the basic concepts in analysis and linear algebra. They are able to explain them using appropriate examples. • Students can discuss logical connections between these concepts. They are capable of illustrating these connections with the help of examples. • They know proof strategies and can reproduce them.
Fertigkeiten	• Students can model problems in analysis and linear algebra with the help of the concepts studied in this course. Moreover, they are capable of solving them by applying established methods. • Students are able to discover and verify further logical connections between the concepts studied in the course. • For a given problem, the students can develop and execute a suitable approach, and are able to critically evaluate the results.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	• Students are able to work together in teams. They are capable to use mathematics as a common language. • In doing so, they can communicate new concepts according to the needs of their cooperating partners. Moreover, they can design examples to check and deepen the understanding of their peers.
Selbstständigkeit	• Students are capable of checking their understanding of complex concepts on their own. They can specify open questions precisely and know where to get help in solving them. • Students have developed sufficient mental stamina to work on hard problems for an extended period of time
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 128, Präsenzstudium 112
Leistungspunkte	8
Studienleistung	**Verpflichtend** Ja; **Bonus** 10 %; **Art der Studienleistung** Übungsaufgaben; **Beschreibung**
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L2979: Mathematics II (EN)	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Anusch Taraz
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Analysis: • power series and elementary functions • interpolation • integration (proper integrals, fundamental theorem, integration rules, improper integrals, parameter dependent integrals • applications of integration (volume and surface of bodies of revolution, lines and arc length, line integrals • numerical quadrature • periodic functions Linear Algebra: • general vector spaces: subspaces, Euclidean vector spaces • linear mappings: basis transformation, orthogonal projection, orthogonal matrices, householder matrices • linear regression: normal equations, linear discrete approximation • eigenvalues: diagonalising matrices, normal matrices, symmetric and Hermite matrices • system of linear differential equations • matrix factorizations: LR-decomposition, QR-decomposition, Schur decomposition, Jordan normal form, singular value decomposition
Literatur	• T. Arens u.a. : Mathematik, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg 2009 • W. Mackens, H. Voß: Mathematik I für Studierende der Ingenieurwissenschaften, HECO-Verlag, Alsdorf 1994 • W. Mackens, H. Voß: Aufgaben und Lösungen zur Mathematik I für Studierende der Ingenieurwissenschaften, HECO-Verlag, Alsdorf 1994 • G. Strang: Lineare Algebra, Springer-Verlag, 2003 • G. und S. Teschl: Mathematik für Informatiker, Band 1, Springer-Verlag, 2013

Lehrveranstaltung L2980: Mathematics II (EN)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Anusch Taraz
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2981: Mathematics II (EN)	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Anusch Taraz
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1751: Praxismodul 2 im dualen Bachelor

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Praxisphase 2 im dualen Bachelor (L2880)		0	6

Modulverantwortlicher	Dr. Henning Haschke
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	• erfolgreicher Abschluss des Praxismoduls 1 im dualen Bachelor • LV A "Selbstmanagement, Arbeits- und Lernorganisation im dualen Studium" aus dem Modul "Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Bachelor"
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden ... • ... beschreiben die Organisationsstruktur ihres Arbeitgebers (Betrieb) und unterscheiden dazugehörige Regelungen, die sich auf die Verteilung von Aufgaben und Kompetenzen sowie die Abwicklung von Arbeitsprozessen beziehen. • ... verstehen den Aufbau und die Zielsetzungen der dualen Studienvariante und die ansteigenden Anforderungen im Studienverlauf.
Fertigkeiten	Die Studierenden ... • ... wenden den zugewiesenen Arbeitsbereichen und -aufgaben entsprechend Geräte und Hilfsmittel fachgerecht an und beurteilen betriebliche Verfahrens- und Vorgehensweisen hinsichtlich der angestrebten Arbeitsergebnisse/-ziele. • ... setzen die mit ihren aktuellen Aufgaben korrespondierenden hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen um.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden ... • ... haben sich mit ihrer neuen Arbeitsumgebung (Lernort) und den damit verbundenen Aufgaben/Prozessen/Arbeitsbeziehungen vertraut gemacht. • ... kennen die zentralen Ansprechpersonen und die Kolleginnen und Kollegen und sind in die vorgesehenen Aufgaben- und Arbeitsbereiche integriert. • ... stimmen Arbeitsaufgaben mit ihrer fachlichen Betreuung ab und begründen Abläufe und angestrebte Ergebnisse. • ... gestalten die Arbeit im zugewiesenen Arbeitsbereich mit und bieten den Kolleginnen und Kollegen bei ihrer Arbeit Unterstützung an bzw. fordern diese anliegenbezogen ein. • ... arbeiten zielorientiert mit anderen in interdisziplinären Arbeitsteams zusammen.
Selbstständigkeit	Die Studierenden ... • ... strukturieren ihre Arbeits- und Lernprozesse im Betrieb gemäß der Zuständigkeiten und Befugnisse selbständig und stimmen sie mit ihrer fachlichen Betreuung ab. • ... setzen die Arbeitsaufgaben/-aufträge selbständig und/oder mit Unterstützung von Kolleginnen und Kollegen um. • ... koordinieren den Ablauf der Praxisphase mit der individuellen Vorbereitung auf die Prüfungsphase an der TUHH. • ... dokumentieren und reflektieren den Zusammenhang zwischen Grundlagenfächern und der Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 180, Präsenzstudium 0
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	Studienbegleitende und semesterübergreifende Dokumentation: Die Leistungspunkte für das Modul werden durch die Anfertigung eines digitalen Lern- und Entwicklungsberichtes (E-Portfolio) erworben. Dabei handelt es sich um eine Dokumentation und Reflexion der individuellen Lernerfahrungen und Kompetenzentwicklungen im Bereich der Theorie-Praxis-Verzahnung und der Berufspraxis. Zusätzlich erbringt das Kooperationsunternehmen gegenüber der Koordinierungsstelle dual@TUHH den Nachweis, dass die bzw. der dual Studierende die Praxisphase absolviert hat.
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L2880: Praxisphase 2 im dualen Bachelor	
Typ	
SWS	0
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 180, Präsenzstudium 0
Dozenten	Dr. Henning Haschke
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	**Onboarding Betrieb** • Zuweisung Arbeitsbereiche (Vorgesetzte/r, Kolleginnen und Kollegen) • Zuweisung Ansprechperson im Betrieb (idR. Personalabteilung) • Zuweisung fachliche Lernbegleitung im Arbeitsbereich (Feld praktischer Anwendung) • Zuständigkeiten und Befugnisse des dual Studierenden im Betrieb • Unterstützung/Zusammenarbeit mit Kolleginnen und Kollegen • Ablaufplanung des jeweiligen Praxismoduls mit Arbeitsaufgaben • Möglichkeiten Theorie-Praxis-Transfer • Ablaufplanung der Prüfungsphase/nächstes Studiensemester **Betriebliches Wissen und betriebliche Fertigkeiten** • Unternehmensspezifika: Organisationsstruktur, Unternehmensstrategie, Geschäfts- und Arbeitsbereiche, Arbeitsabläufe- und Prozesse, Arbeitsebenen • Verfahrens- und Vorgehensmöglichkeiten im arbeitsmarktrelevanten Tätigkeitsfeld des Ingenieurwesens • Betriebliche Geräte und Hilfsmittel • Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen (Theorie-Praxis-Transfer) in damit korrespondierenden Arbeits- und Aufgabenbereichen des Betriebes **Lerntransfer/-reflexion** • Anlegen E-Portfolio • Bedeutung der Grundlagenfächer für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Vergleich der Lern- und Arbeitsprozesse unterschiedlicher Lernorte hinsichtlich ihrer Ergebnisse und Auswirkungen • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer
Literatur	• Studierendenhandbuch • Betriebliche Dokumente • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer

Modul M0834: Computernetworks and Internet Security

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Rechnernetze und Internet-Sicherheit (L1098)	Vorlesung	3	5
Rechnernetze und Internet-Sicherheit (L1099)	Gruppenübung	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Andreas Timm-Giel
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basics of Computer Science
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Students are able to explain important and common Internet protocols in detail and classify them, in order to be able to analyse and develop networked systems in further studies and job.
Fertigkeiten	Students are able to analyse common Internet protocols and evaluate the use of them in different domains.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	
Selbstständigkeit	Students can select relevant parts out of high amount of professional knowledge and can independently learn and understand it.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1098: Computer Networks and Internet Security	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 108, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr.-Ing. Koojana Kuladinithi, Prof. Sibylle Fröschle
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	In this class an introduction to computer networks with focus on the Internet and its security is given. Basic functionality of complex protocols are introduced. Students learn to understand these and identify common principles. In the exercises these basic principles and an introduction to performance modelling are addressed using computing tasks and physical labs. In the second part of the lecture an introduction to Internet security is given. This class comprises: • Introduction to the Internet (TCP/IP model) • Application layer protocols (HTTP, SMTP, DNS) • Transport layer protocols (TCP, UDP) • Network Layer (Internet Protocol IPv4 & IPv6, routing in the Internet) • Data link layer with media access at the example of WLAN • Introduction to Internet Security • Security Aspects of Address Resolution (DNS/DNSSEC, ARP/SEND • Communication Security (IPSec) - From Address Resolution to Routing (Securing BGP) • Botnets + Firewalls
Literatur	• Kurose, Ross, Computer Networking - A Top-Down Approach, 8th Edition, Addison-Wesley • Kurose, Ross, Computernetzwerke - Der Top-Down-Ansatz, Pearson Studium; Auflage: 8. Auflage • W. Stallings: Cryptography and Network Security: Principles and Practice, 6th edition Further literature is announced at the beginning of the lecture.

Lehrveranstaltung L1099: Computer Networks and Internet Security	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr.-Ing. Koojana Kuladinithi, Prof. Sibylle Fröschle
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0730: Technische Informatik

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Technische Informatik (L0321)	Vorlesung	3	4
Technische Informatik (L0324)	Gruppenübung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse der Elektrotechnik
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Dieses Modul vermittelt Grundkenntnisse der Funktionsweise von Rechensystemen. Abgedeckt werden die Ebenen von der Assemblerprogrammierung bis zur Gatterebene. Das Modul behandelt folgende Inhalte: • Einführung • Kombinatorische Logik: Gatter, Boolesche Algebra, Schaltfunktionen, Synthese von Schaltungen, Schaltnetze • Sequentielle Logik: Flip-Flops, Schaltwerke, systematischer Schaltwerkentwurf • Technologische Grundlagen • Rechnerarithmetik: Ganzzahlige Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division • Grundlagen der Rechnerarchitektur: Programmiermodelle, MIPS-Einzelzyklusmaschine, Pipelining • Speicher-Hardware: Speicherhierarchien, SRAM, DRAM, Caches • Ein-/Ausgabe: I/O aus Sicht der CPU, Prinzipien der Datenübergabe, Point-to-Point Verbindungen, Busse
Fertigkeiten	Die Studierenden fassen ein Rechensystem aus der Perspektive des Architekten auf, d.h. sie erkennen die interne Struktur und den physischen Aufbau von Rechensystemen. Die Studierenden können analysieren, wie hochspezifische und individuelle Rechner aus einer Sammlung gängiger Einzelkompenenten zusammengesetzt werden. Sie sind in der Lage, die unterschiedlichen Abstraktionsebenen heutiger Rechensysteme - von Gattern und Schaltungen bis hin zu Prozessoren - zu unterscheiden und zu erklären. Nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die Wechselwirkungen zwischen einem physischen Rechensystem und der darauf ausgeführten Software beurteilen zu können. Insbesondere sollen sie die Konsequenzen der Ausführung von Software in den hardwarenahen Schichten von der Assemblersprache bis zu Gattern erkennen können. Sie sollen so in die Lage versetzt werden, Auswirkungen unterer Schichten auf die Leistung des Gesamtsystems abzuschätzen und geeignete Optionen vorzuschlagen.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, ähnliche Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	**Verpflichtend** Ja; **Bonus** 10 %; **Art der Studienleistung** Übungsaufgaben; **Beschreibung**
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten, Inhalte der Vorlesung und Übungen
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Integrierte Gebäudetechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0321: Technische Informatik	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Einführung • Kombinatorische Logik • Sequentielle Logik • Technologische Grundlagen • Zahlendarstellungen und Rechnerarithmetik • Grundlagen der Rechnerarchitektur • Speicher-Hardware • Ein-/Ausgabe
Literatur	• A. Clements. The Principles of Computer Hardware. 3. Auflage, Oxford University Press, 2000. • A. Tanenbaum, J. Goodman. Computerarchitektur. Pearson, 2001. • D. Patterson, J. Hennessy. Rechnerorganisation und -entwurf. Elsevier, 2005.

Lehrveranstaltung L0324: Technische Informatik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0625: Databases

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Datenbanken (L0337)	Vorlesung	3	4
Datenbanken-Gruppenübung (L1150)	Gruppenübung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Stefan Schulte
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Students should have basic knowledge in the following areas: • Discrete Algebraic Structures • Procedural Programming • Automata Theory and Formal Languages • Programming Paradigms
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	After successful completion of the course, students know: • Introduction to database systems • Design instruments for relational databases, especially entity-relationship • The relational model • Relational query languages, especially SQL • Normalization • Physical data organization • Transaction management • Query optimization • Data representation • Object-oriented and object-relational databases • Paradigms and concepts of current technologies for data modelling and database systems
Fertigkeiten	The students acquire the ability to model a database and to work with it. This comprises especially the application of design methodologies and query and definition languages. Furthermore, students are able to apply basic functionalities needed to run a database.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Students can work on complex problems both independently and in teams. They can exchange ideas with each other and use their individual strengths to solve the problem.
Selbstständigkeit	Students are able to independently investigate a complex problem and assess which competencies are required to solve it.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0337: Databases	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Stefan Schulte
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Introduction to database systems • Design instruments for relational databases, especially entity-relationship • The relational model • Relational query languages, especially SQL • Normalization • Physical data organization • Transaction management • Query optimization • Data representation • Object-oriented and object-relational databases • Paradigms and concepts of current technologies for data modelling and database systems
Literatur	• A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme, 10. Auflage, De Gruyter, Oldenbourg, 2015 • R. Elmasri, S. B. Navathe, Fundamentals of Database Systems, 7th edition, Pearson, 2016

Lehrveranstaltung L1150: Databases - Exercise	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Stefan Schulte
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Introduction to database systems • Design instruments for relational databases, especially entity-relationship • The relational model • Relational query languages, especially SQL • Normalization • Physical data organization • Transaction management • Query optimization • Data representation • Object-oriented and object-relational databases • Paradigms and concepts of current technologies for data modelling and database systems
Literatur	• A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme, 10. Auflage, De Gruyter, Oldenbourg, 2015 • R. Elmasri, S. B. Navathe, Fundamentals of Database Systems, 7th edition, Pearson, 2016

Modul M1732: Mathematics III (EN)

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Analysis III (EN) (L2790)	Vorlesung	2	2
Analysis III (EN) (L2791)	Hörsaalübung	1	1
Analysis III (EN) (L2792)	Gruppenübung	1	1
Differentialgleichungen 1 (Gewöhnliche Differentialgleichungen) (EN) (L2793)	Vorlesung	2	2
Differentialgleichungen 1 (Gewöhnliche Differentialgleichungen) (EN) (L2794)	Hörsaalübung	1	1
Differentialgleichungen 1 (Gewöhnliche Differentialgleichungen) (EN) (L2795)	Gruppenübung	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Marko Lindner
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematik I and II (EN or DE)
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	• Students can name the basic concepts in the area of analysis and differential equations. They are able to explain them using appropriate examples. • Students can discuss logical connections between these concepts. They are capable of illustrating these connections with the help of examples. • They know proof strategies and can reproduce them.
Fertigkeiten	• Students can model problems in the area of analysis and differential equations with the help of the concepts studied in this course. Moreover, they are capable of solving them by applying established methods. • Students are able to discover and verify further logical connections between the concepts studied in the course. • For a given problem, the students can develop and execute a suitable approach, and are able to critically evaluate the results.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	• Students are able to work together in teams. They are capable to use mathematics as a common language. • In doing so, they can communicate new concepts according to the needs of their cooperating partners. Moreover, they can design examples to check and deepen the understanding of their peers.
Selbstständigkeit	• Students are capable of checking their understanding of complex concepts on their own. They can specify open questions precisely and know where to get help in solving them. • Students have developed sufficient persistence to be able to work for longer periods in a goal-oriented manner on hard problems.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 128, Präsenzstudium 112
Leistungspunkte	8
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L2790: Analysis III (EN)

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Main features of differential and integrational calculus of several variables • Differential calculus for several variables • Mean value theorems and Taylor's theorem • Maximum and minimum values • Implicit functions • Minimization under equality constraints • Newton's method for multiple variables • Fourier series • Double integrals over general regions • Line and surface integrals • Theorems of Gauß and Stokes
Literatur	http://www.math.uni-hamburg.de/teaching/export/tuhh/index.html

Lehrveranstaltung L2791: Analysis III (EN)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2792: Analysis III (EN)	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2793: Differential Equations 1 (Ordinary Differential Equations) (EN)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Main features of the theory and numerical treatment of ordinary differential equations • Introduction and elementary methods • Exsitence and uniqueness of initial value problems • Linear differential equations • Stability and qualitative behaviour of the solution • Boundary value problems and basic concepts of calculus of variations • Eigenvalue problems • Numerical methods for the integration of initial and boundary value problems • Classification of partial differential equations
Literatur	• http://www.math.uni-hamburg.de/teaching/export/tuhh/index.html

Lehrveranstaltung L2794: Differential Equations 1 (Ordinary Differential Equations) (EN)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2795: Differential Equations 1 (Ordinary Differential Equations) (EN)	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1423: Algorithmen und Datenstrukturen

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Algorithmen und Datenstrukturen (L2046)	Vorlesung	4	4
Algorithmen und Datenstrukturen (L2047)	Gruppenübung	1	2

Modulverantwortlicher: Prof. Matthias Mnich

Zulassungsvoraussetzungen: Keine

Empfohlene Vorkenntnisse

- Diskrete Algebraische Strukturen
- Mathematik I
- Mathematik II
- Prozedurale Programming
- Objectorientierte Programmierung

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse: Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

Fachkompetenz

Wissen

- Studierende können die grundlegenden Begriffe des Algorithmenentwurfs, der Algorithmenanalyse und Problemreduktionen benennen und anhand von Beispielen erklären.
- Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern.
- Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben.

Fertigkeiten

- Studierende können diskrete Entscheidungsprobleme, Such- und Optimierungsprobleme mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen.
- Studierende sind in der Lage, sich weitere einfache logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbständig zu erschließen und können diese verifizieren.
- Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten.

Personale Kompetenzen

Sozialkompetenz

- Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und die Mathematik als gemeinsame Sprache zu entdecken und beherrschen.
- Sie können sich dabei insbesondere gegenseitig neue Konzepte erklären und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen.

Selbstständigkeit

- Studierende können eigenständig ihr Verständnis mathematischer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen.
- Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten.

Arbeitsaufwand in Stunden: Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70

Leistungspunkte: 6

Studienleistung

Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
Nein	20 %	Übungsaufgaben	

Prüfung: Klausur

Prüfungsdauer und -umfang: 90 min

Zuordnung zu folgenden Curricula

Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Pflicht
Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Pflicht
Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht
Data Science: Kernqualifikation: Pflicht
Engineering Science: Vertiefung Data Science: Pflicht
Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht
Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht
Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht
Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L2046: Algorithmen und Datenstrukturen	
Typ	Vorlesung
SWS	4
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 64, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Matthias Mnich
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Sortieren durch Einfügen • Registermachinen • Asymptotische Analyse, Landau Notation • Polynomialzeit Algorithmen and NP-Vollständigkeit • Divide-and-conquer, Merge sort • Strassens Algorithmus • Greedy Algorithmen • Dynamische Programmierung • Quicksort • AVL-trees, B-trees • Hashing • Tiefensuche und Breitensuche • Kürzeste Wege • Fluss Probleme, Ford-Fulkerson Algorithmus
Literatur	• T. Cormen, Ch. Leiserson, R. Rivest, C. Stein: Introduction to Algorithms. MIT Press, 2013 • S. Skiena: The Algorithm Design Manual. Springer, 2008 • J. M. Kleinberg and É. Tardos. Algorithm Design. Addison-Wesley, 2005.

Lehrveranstaltung L2047: Algorithmen und Datenstrukturen	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Matthias Mnich
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1752: Praxismodul 3 im dualen Bachelor

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Praxisphase 3 im dualen Bachelor (L2881)		0	6

Modulverantwortlicher	Dr. Henning Haschke
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	• Erfolgreicher Abschluss des Praxismoduls 2 im dualen Bachelor • LV B aus dem Modul "Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Bachelor"
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden ... • ... verstehen die strategische Ausrichtung des Betriebes sowie die Funktionen und die Organisation zentraler Abteilungen mit ihren Entscheidungsstrukturen, Netzwerkbeziehungen. • ... verstehen die Anforderungen des Ingenieurberufs und schätzen die daraus resultierende Verantwortung richtig ein. • ... verbinden ihre Kenntnisse von Fakten, Grundsätzen, Theorien und Methoden der bisherigen Studieninhalte mit dem erworbenen Praxiswissen, insbesondere ihrem Wissen um berufspraktische Verfahrens- und Vorgehensmöglichkeiten, im aktuellen Tätigkeitsfeld.
Fertigkeiten	Die Studierenden ... • ... wenden fachtheoretisches Wissen auf aktuelle Problemstellungen im eigenen Arbeitsbereich an und beurteilen die Arbeitsprozesse und -ergebnisse. • ... wenden den zugewiesenen Arbeitsbereichen und -aufgaben entsprechend Technologien, Geräte und Hilfsmittel an und beurteilen betriebliche Verfahrens- und Vorgehensweisen hinsichtlich der angestrebten Arbeitsergebnisse/-ziele. • ... setzen die mit ihren aktuellen Aufgaben korrespondierenden hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen um.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden ... • ... planen Arbeitsprozesse kooperativ, auch arbeitsbereichsübergreifend. • ... kommunizieren mit betrieblichen Stakeholdern professionell und stellen komplexe Sachverhalte strukturiert, zielgerichtet und überzeugend dar.
Selbstständigkeit	Die Studierenden ... • ... übernehmen Verantwortung für Arbeitsaufträge und -bereiche. • ... dokumentieren und reflektieren die Bedeutung von Fachmodulen und Vertiefungsrichtungen für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur sowie die Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen und der damit einhergehenden Herausforderungen eines positiven Theorie-Praxis-Transfers.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 180, Präsenzstudium 0
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	Studienbegleitende und semesterübergreifende Dokumentation: Die Leistungspunkte für das Modul werden durch die Anfertigung eines digitalen Lern- und Entwicklungsberichtes (E-Portfolio) erworben. Dabei handelt es sich um eine Dokumentation und Reflexion der individuellen Lernerfahrungen und Kompetenzentwicklungen im Bereich der Theorie-Praxis-Verzahnung und der Berufspraxis. Zusätzlich erbringt das Kooperationsunternehmen gegenüber der Koordinierungsstelle dual@TUHH den Nachweis, dass die bzw. der dual Studierende die Praxisphase absolviert hat.
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L2881: Praxisphase 3 im dualen Bachelor	
Typ	
SWS	0
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 180, Präsenzstudium 0
Dozenten	Dr. Henning Haschke
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	**Onboarding Betrieb** • Zuweisung Arbeitsbereich/e • Erweiterung der Zuständigkeiten und Befugnisse des dual Studierenden im Betrieb • Eigenverantwortliche Arbeitsaufgaben und -bereiche • Mitarbeit in Projektteams • Ablaufplanung des jeweiligen Praxismoduls mit Arbeitsaufgaben • Möglichkeiten Theorie-Praxis-Transfer • Ablaufplanung der Prüfungsphase/nächstes Studiensemester **Betriebliches Wissen und betriebliche Fertigkeiten** • Unternehmensspezifika: Strategische Ausrichtung, Organisation zentraler Geschäfts- und Arbeitsbereiche, Abteilungen, Entscheidungsstrukturen, Netzwerkbeziehungen und interne Kommunikation • Verbindung von Fakten, Grundsätzen und Theorien mit Praxiswissen • Verfahrens- und Vorgehensmöglichkeiten im arbeitsmarktrelevanten Tätigkeitsfeld des Ingenieurwesens • Betriebliche Technologien, Geräte und Hilfsmittel • Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen (Theorie-Praxis-Transfer) in damit korrespondierenden Arbeits- und Aufgabenbereichen des Betriebes **Lerntransfer/-reflexion** • E-Portfolio • Bedeutung von Fachmodulen und Vertiefungsrichtungen für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer
Literatur	• Studierendenhandbuch • Betriebliche Dokumente • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer

Modul M0727: Stochastik

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Stochastik (L0777)	Vorlesung	2	4
Stochastik (L0778)	Gruppenübung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Schulte
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	• Analysis • Aussagenlogik • Diskrete Algebraische Strukturen (Kombinatorik)
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	• Studierende können die grundlegenden Begriffe der Stochastik benennen und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Studierende kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben.
Fertigkeiten	• Studierende können Probleme aus der Stochastik mit Hilfe der kennengelernten Konzepte mathematisch modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere einfache logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	• Studierende können in heterogen zusammengesetzten Teams (z.B. an Hausaufgaben) zusammenarbeiten und ihre Ergebnisse vor der Gruppe präsentieren. • Sie können sich dabei insbesondere gegenseitig neue Konzepte erklären und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen.
Selbstständigkeit	• Studierende können eigenständig ihr Verständnis mathematischer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende können ihr Wissen mit den Inhalten anderer Veranstaltungen in Verbindung bringen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Advanced Materials: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Advanced Materials: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0777: Stochastik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Schulte
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Wahrscheinlichkeitsdefinitionen, bedingte Wahrscheinlichkeiten • Zufallsvariablen • Unabhängigkeit • Verteilungs- und Dichtefunktionen • Kenngrößen: Erwartungswert, Varianz, Standardabweichung, Momente • Multivariate Verteilungen • Gesetz der großen Zahlen und zentraler Grenzwertsatz • Grundbegriffe zu stochastischen Prozessen • Grundkonzepte der Statistik (Punktschätzer, Konfidenzintervalle und Hypothesentests)
Literatur	• L. Dümbgen (2003): Stochastik für Informatiker, Springer. • H.-O. Georgii (2012): Stochastics: Introduction to Probability and Statistics, 2nd edition, De Gruyter. • N. Henze (2018): Stochastik für Einsteiger, 12th edition, Springer. • A. Klenke (2014): Probability Theory: A Comprehensive Course, 2nd edition, Springer. • U. Krengel (2005): Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, 8th edition, Vieweg. • A.N. Shiryaev (2012): Problems in probability, Springer.

Lehrveranstaltung L0778: Stochastik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Matthias Schulte
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0732: Software Engineering

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Software-Engineering (L0627)	Vorlesung	2	3
Software-Engineering (L0628)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Sibylle Schupp
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	• Automata theory and formal languages • Procedural programming or Functional programming • Object-oriented programming, algorithms, and data structures
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Students explain the phases of the software life cycle, describe the fundamental terminology and concepts of software engineering, and paraphrase the principles of structured software development. They give examples of software-engineering tasks of existing large-scale systems. They write test cases for different test strategies and devise specifications or models using different notations, and critique both. They explain simple design patterns and the major activities in requirements analysis, maintenance, and project planning.
Fertigkeiten	For a given task in the software life cycle, students identify the corresponding phase and select an appropriate method. They choose the proper approach for quality assurance. They design tests for realistic systems, assess the quality of the tests, and find errors at different levels. They apply and modify non-executable artifacts. They integrate components based on interface specifications.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Students practice peer programming. They explain problems and solutions to their peer. They communicate in English.
Selbstständigkeit	Using on-line quizzes and accompanying material for self study, students can assess their level of knowledge continuously and adjust it appropriately. Working on exercise problems, they receive additional feedback.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	**Verpflichtend** Ja; **Bonus** 15 %; **Art der Studienleistung** Übungsaufgaben; **Beschreibung**
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0627: Software Engineering

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe

Inhalt	• Model-based software engineering
	  ◦ Information modeling (use case diagrams)
	  ◦ Behavioral modeling (finite state machines, Petri Nets, behavioral UML diagrams)
	  ◦ Structural modeling (OOA, UML class diagrams, OCL)
	  ◦ Model-based testing
	• Engineering software products
	  ◦ Agile processes
	  ◦ Architecture
	  ◦ Code-based testing
	  ◦ System-level testing
	• Software management
	  ◦ Maintenance
	  ◦ Project management
	  ◦ Software processes

Literatur	Ian Sommerville, Engineering Software Products: An Introduction to Modern Software Engineering, Pearson 2020. Kassem A. Saleh, Software Engineering, J. Ross Publishing 2009.

Lehrveranstaltung L0628: Software Engineering	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0852: Graphentheorie und Optimierung

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Graphentheorie und Optimierung (L1046)	Vorlesung	2	3
Graphentheorie und Optimierung (L1047)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Anusch Taraz
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	• Diskrete Algebraische Strukturen • Mathematik I
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz *Wissen*	• Studierende können die grundlegenden Begriffe der Graphentheorie und Optimierung benennen und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben.
Fertigkeiten	• Studierende können Aufgabenstellungen der Graphentheorie und Optimierung mit Hilfe der kennengelernten Konzepte mathematisch modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere einfache logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten.
Personale Kompetenzen *Sozialkompetenz*	• Studierende sind in der Lage, in heterogen zusammengestellten Teams (mit unterschiedlichem mathematischen Hintergrundwissen und aus unterschiedlichen Studiengängen) zusammenzuarbeiten und die Mathematik als gemeinsame Sprache zu entdecken und beherrschen. • Sie können sich dabei insbesondere gegenseitig neue Konzepte erklären und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen.
Selbstständigkeit	• Studierende können eigenständig ihr Verständnis mathematischer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Verkehrsplanung und -systeme: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1046: Graphentheorie und Optimierung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Anusch Taraz
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Graphen, Durchlaufen von Graphen, Bäume • Planare Graphen • Kürzeste Wege • Minimale Spannbäume • Maximale Flüsse und minimale Schnitte • Sätze von Menger, König-Egervary, Hall • NP-vollständige Probleme • Backtracking und Heuristiken • Lineare Programmierung • Dualität • Ganzzahlige lineare Programmierung
Literatur	• M. Aigner: Diskrete Mathematik, Vieweg, 2004 • T. Cormen, Ch. Leiserson, R. Rivest, C. Stein: Algorithmen - Eine Einführung, Oldenbourg, 2013 • J. Matousek und J. Nesetril: Diskrete Mathematik, Springer, 2007 • A. Steger: Diskrete Strukturen (Band 1), Springer, 2001 • A. Taraz: Diskrete Mathematik, Birkhäuser, 2012 • V. Turau: Algorithmische Graphentheorie, Oldenbourg, 2009 • K.-H. Zimmermann: Diskrete Mathematik, BoD, 2006

Lehrveranstaltung L1047: Graphentheorie und Optimierung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Anusch Taraz
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0562: Berechenbarkeit und Komplexität

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Berechenbarkeit und Komplexität (L0166)	Vorlesung	2	3
Berechenbarkeit und Komplexität (L0167)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Martin Kliesch
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Diskrete Algebraische Strukturen sowie Automatentheorie, Logik und Formale Sprachen
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	• Grundlegende Rechenmodelle (endliche Automaten, Turingmaschinen) • Entscheidungsprobleme und formale Sprachen • Gödelsche Nummerierung von Turingmaschinen • Universelle Berechenbarkeit • Entscheidbare und unentscheidbare Probleme • Reduktionen, Diagonalisierung, Satz von Rice • Zeit- und Platzkomplexität, P, NP • Hierarchie-Theoreme • Polynomialzeitreduktionen, NP-Vollständigkeit • Cook-Levin-Theorem • Uniforme Schaltungsfamilien
Fertigkeiten	Nach dem Modul sollen die Studierenden • das im Kurs vermittelte Wissen wiedergeben, • einfachere Beweise des Kurses reproduzieren und die Ideen der komplizierteren Beweise wiedergeben, • Bezüge zwischen den vermittelten Konzepten herstellen und • das gelernte Wissen auf konkrete Problemstellungen anwenden können.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, fachspezifische Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate angemessen zu präsentieren.
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachbüchern und anderweitiger Literatur selbständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	**Verpflichtend** Ja; **Bonus** 15 %; **Art der Studienleistung** Übungsaufgaben; **Beschreibung**
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0166: Berechenbarkeit und Komplexität

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Martin Kliesch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L0167: Berechenbarkeit und Komplexität	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Martin Kliesch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1753: Praxismodul 4 im dualen Bachelor

Lehrveranstaltungen			
Titel	**Typ**	**SWS**	**LP**
Praxisphase 4 im dualen Bachelor (L2882)		0	6

Modulverantwortlicher	Dr. Henning Haschke
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	• Erfolgreicher Abschluss des Praxismoduls 3 im dualen Bachelor • LV B aus dem Modul "Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Bachelor"
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden ... • ... verstehen die strategische Ausrichtung des Betriebes sowie die Funktionen und die Organisation zentraler Abteilungen mit ihren Entscheidungsstrukturen, Netzwerkbeziehungen und der dazugehörigen betrieblichen Kommunikation. • ... haben ein Verständnis entwickelt für die Anforderungen und die Verantwortung des Ingenieurberufs, kennen den Umfang und die Grenzen des beruflichen Tätigkeitsfeldes. • ... verbinden ihre Kenntnisse von Fakten, Grundsätzen, Theorien und Methoden der bisherigen Studieninhalte mit dem erworbenen Praxiswissen, insbesondere ihrem Wissen um berufspraktische Verfahrens- und Vorgehensmöglichkeiten, im aktuellen Tätigkeitsfeld.
Fertigkeiten	Die Studierenden ... • ... wenden fachtheoretisches Wissen auf aktuelle Problemstellungen im eigenen Arbeitsbereich an und beurteilen die Arbeitsprozesse und -ergebnisse unter Einbeziehung von Handlungsoptionen. • ... wenden den zugewiesenen Arbeitsbereichen und -aufgaben entsprechend Technologien, Geräte und Hilfsmittel an und können betriebliche Verfahrens- und Vorgehensweisen hinsichtlich der angestrebten Arbeitsergebnisse/-ziele beurteilen. • ... setzen die mit ihren aktuellen Aufgaben korrespondierenden hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen um.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden ... • ... sind in der Lage, Arbeitsprozesse kooperativ zu planen, arbeitsbereichsübergreifend und in heterogenen Gruppen. • ... kommunizieren mit betrieblichen Stakeholdern professionell und stellen komplexe Sachverhalte strukturiert, zielgerichtet und überzeugend dar.
Selbstständigkeit	Die Studierenden ... • ... übernehmen Verantwortung für Arbeitsaufträge und -bereiche und koordinieren die dazugehörigen Arbeitsprozesse. • ... dokumentieren und reflektieren die Bedeutung von Fachmodulen und Vertiefungsrichtungen für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur sowie die Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen und der damit einhergehenden Herausforderungen eines positiven Theorie-Praxis-Transfers.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 180, Präsenzstudium 0
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	Studienbegleitende und semesterübergreifende Dokumentation: Die Leistungspunkte für das Modul werden durch die Anfertigung eines digitalen Lern- und Entwicklungsberichtes (E-Portfolio) erworben. Dabei handelt es sich um eine Dokumentation und Reflexion der individuellen Lernerfahrungen und Kompetenzentwicklungen im Bereich der Theorie-Praxis-Verzahnung und der Berufspraxis. Zusätzlich erbringt das Kooperationsunternehmen gegenüber der Koordinierungsstelle dual@TUHH den Nachweis, dass die bzw. der dual Studierende die Praxisphase absolviert hat.
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L2882: Praxisphase 4 im dualen Bachelor	
Typ	
SWS	0
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 180, Präsenzstudium 0
Dozenten	Dr. Henning Haschke
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	**Onboarding Betrieb** • Zuweisung Arbeitsbereich/e • Erweiterung der Zuständigkeiten und Befugnisse des dual Studierenden im Betrieb • Eigenverantwortliche Arbeitsaufgaben und -bereiche • Mitarbeit in Projektteams • Ablaufplanung des jeweiligen Praxismoduls mit Arbeitsaufgaben • Möglichkeiten Theorie-Praxis-Transfer • Ablaufplanung der Prüfungsphase/nächstes Studiensemester **Betriebliches Wissen und betriebliche Fertigkeiten** • Unternehmensspezifika: Strategische Ausrichtung, Organisation zentraler Geschäfts- und Arbeitsbereiche, Abteilungen, Entscheidungsstrukturen, Netzwerkbeziehungen und interne Kommunikation • Verbindung von Fakten, Grundsätzen und Theorien mit Praxiswissen • Verfahrens- und Vorgehensmöglichkeiten im arbeitsmarktrelevanten Tätigkeitsfeld des Ingenieurwesens • Betriebliche Technologien, Geräte und Hilfsmittel • Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen (Theorie-Praxis-Transfer) in damit korrespondierenden Arbeits- und Aufgabenbereichen des Betriebes **Lerntransfer/-reflexion** • E-Portfolio • Bedeutung von Fachmodulen und Vertiefungsrichtungen für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer
Literatur	• Studierendenhandbuch • Betriebliche Dokumente • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer

Modul M0873: Software-Fachpraktikum

Lehrveranstaltungen			
Titel	**Typ**	**SWS**	**LP**

Modulverantwortlicher	Dozenten des SD E
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Softwaretechnik
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden kennen wichtige Aspekte und typische Phasen der Software-Projektentwicklung (wie Planung, Spezifikation, Implementierung, Validierung, Wartung und Dokumentation), die in der Praxis mehr oder weniger ausgeprägt zum Tragen kommen.
Fertigkeiten	Die Studierenden können typische Stufen der Software-Projektentwicklung beschreiben und eng umrissene Teilaufgaben in einem Software-Projekt innerhalb einer Gruppe oder eigenständig bearbeiten.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, fachspezifische Aufgaben aus der Software-Entwicklung alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls imstande, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 180, Präsenzstudium 0
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung (laut FPrO)
Prüfungsdauer und -umfang	Die Ausarbeitung wird von der Betreuerin bzw. dem Betreuer der Bachelorarbeit bewertet.
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht

Modul M1578: Seminare Informatik

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Seminar Informatik I (L2362)	Seminar	2	3
Seminar Informatik II (L2361)	Seminar	2	3

Modulverantwortlicher	Dozenten des SD E
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Module aus der Informatik und Mathematik auf Bachelorebene.
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden können • ein spezifisches Thema der Informatik erklären, • komplexe Sachverhalte beschreiben, • unterschiedliche Standpunkte darlegen und kritisch bewerten.
Fertigkeiten	Die Studierenden können • sich in einer begrenzten Zeit in ein spezifisches Thema der Informatik einarbeiten, • eine Literaturrecherche durchführen und die Quellen richtig zitieren und angeben, • selbstständig einen Vortrag ausarbeiten und vor ausgewählten Publikum halten, • den Vortrag in einem Abstract zusammenfassen, • im Rahmen der Diskussion Fachfragen beantworten.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden sind in der Lage, • ein Thema für eine bestimmte Zielgruppe aufzuarbeiten und darzustellen, • mit der Betreuerin bzw. dem Betreuer das Thema sowie Inhalt und Aufbau des Vortrages zu diskutieren, • einzelne Aspekte aus dem Themengebiet mit den Zuhörerinnen und Zuhörern durchzusprechen, • als Vortragende bzw. Vortragender auf die Fragen der Zuhörerinnen und Zuhörer einzugehen.
Selbstständigkeit	Die Studierenden werden die Lage versetzt, • eigenständig Aufgaben zu definieren, • notwendiges Wissen zu erschließen, • geeignete Hilfsmittel einzusetzen, • unter Anleitung der Betreuerin bzw. des Betreuers den Arbeitsstand kritisch zu überprüfen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	x
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L2362: Seminar Informatik I

Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des SD E
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L2361: Seminar Informatik II	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des SD E
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Modul M1754: Praxismodul 5 im dualen Bachelor

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Praxisphase 5 im dualen Bachelor (L2883)		0	6

Modulverantwortlicher	Dr. Henning Haschke
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	• Erfolgreicher Abschluss des Praxismoduls 4 im dualen Bachelor • LV C aus dem Modul "Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Bachelor"
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden ... • ... verbinden ihre Kenntnisse von Fakten, Grundsätzen, Theorien und Methoden der bisherigen Studieninhalte mit dem erworbenen Praxiswissen, insbesondere ihrem Wissen um berufspraktische Verfahrens- und Vorgehensmöglichkeiten, im aktuellen Tätigkeitsfeld. • ... verfügen über ein kritisches Verständnis über die praktischen Anwendungsmöglichkeiten ihres ingenieurwissenschaftlichen Faches.
Fertigkeiten	Die Studierenden ... • ... wenden fachtheoretisches Wissen auf komplexe, bereichsübergreifende Problemstellungen des Betriebes an und beurteilen die dazugehörigen Arbeitsprozesse und -ergebnisse unter Einbeziehung von Handlungsoptionen. • ... setzen die mit ihren aktuellen Aufgaben korrespondierenden hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen um. • ... erarbeiten neue Lösungen sowie Verfahrens- und Vorgehensweisen in ihrem Tätigkeitsfeld und Zuständigkeitsbereich - auch bei sich häufig ändernden Anforderungen (systemische Fertigkeiten). • ... sind in der Lage, betriebliche Fragestellungen mit wissenschaftlichen Methoden zu analysieren und zu bewerten.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden ... • ... arbeiten verantwortlich in betrieblichen Projektteams und gehen vorausschauend mit Problemen in der Arbeitsgruppe um. • ... vertreten komplexe ingenieurwissenschaftliche Standpunkte, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsansätze im Gespräch mit internen und externen betrieblichen Stakeholdern argumentativ und entwickeln diese gemeinsam weiter.
Selbstständigkeit	Die Studierenden ... • ... definieren Ziele für die eigenen Lern- und Arbeitsprozesse als Ingenieurin bzw. Ingenieur. • ... dokumentieren und reflektieren Lern- und Arbeitsprozesse in ihrem Zuständigkeitsbereich. • ... dokumentieren und reflektieren die Bedeutung von Fachmodulen, Vertiefungsrichtungen und Forschung für die Arbeit als Ingenieur:in sowie die Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen und der damit einhergehenden Herausforderungen eines positiven Theorie-Praxis-Transfers.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 180, Präsenzstudium 0
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	Studienbegleitende und semesterübergreifende Dokumentation: Die Leistungspunkte für das Modul werden durch die Anfertigung eines digitalen Lern- und Entwicklungsberichtes (E-Portfolio) erworben. Dabei handelt es sich um eine Dokumentation und Reflexion der individuellen Lernerfahrungen und Kompetenzentwicklungen im Bereich der Theorie-Praxis-Verzahnung und der Berufspraxis. Zusätzlich erbringt das Kooperationsunternehmen gegenüber der Koordinierungsstelle dual@TUHH den Nachweis, dass die bzw. der dual Studierende die Praxisphase absolviert hat.
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Kernqualifikation: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Schiffbau: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Kernqualifikation: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L2883: Praxisphase 5 im dualen Bachelor	
Typ	
SWS	0
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 180, Präsenzstudium 0
Dozenten	Dr. Henning Haschke
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	**Onboarding Betrieb** • Zuweisung zukünftiges berufliches Tätigkeitsfeld als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.) und dazugehöriger Arbeitsbereiche • Erweiterung der Zuständigkeiten und Befugnisse des dual Studierenden im Betrieb bis hin zur vorgesehenen Erstverwendung nach dem Studium bzw. zum Einsatz während des anschließenden dualen Masterstudiums • Eigenverantwortliches Arbeiten im Team - im eigenen Zuständigkeitsbereich und bereichsübergreifend • Ablaufplanung des letzten Praxismoduls mit klarer Zuordnung zu den Arbeitsstrukturen • Betriebsinterne Abstimmung über eine potenzielle Problemstellung für die Bachelorarbeit • Ablaufplanung der Bachelorarbeit im Betrieb in der Zusammenarbeit mit der TU Hamburg • Ablaufplanung der Prüfungsphase/6. Studiensemester **Betriebliches Wissen und betriebliche Fertigkeiten** • Unternehmensspezifika: Umgang mit Veränderungen, Teamentwicklung, Verantwortung als Ingenieur:in im eigenen zu zukünftigen Arbeitsbereich (B.Sc.), Umgang mit komplexen Zusammenhängen und ungelösten Problemstellungen, Entwicklung und Realisierung von Innovationen • Fachliche Spezialisierung in einem Arbeitsbereich (Abschlussarbeit) • Systemische Fertigkeiten • Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen (Theorie-Praxis-Transfer) in damit korrespondierenden Arbeits- und Aufgabenbereichen des Betriebes **Lerntransfer/-reflexion** • E-Portfolio • Bedeutung von Fachmodulen, Vertiefungsrichtungen für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Bedeutung von Forschung und Innovation für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer
Literatur	• Studierendenhandbuch • Betriebliche Dokumente • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer

Fachmodule der Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering

In dieser Vertiefung finden sich die Gebiete Softwaretechnik und Technische Informatik.

Die Softwaretechnik beschäftigt sich mit Planung, Entwurf, Analyse, Betrieb und Dokumentation von Softwaresystemen sowie der Spezifikation der dazu notwendigen Datenstrukturen. Die Vertiefung bietet einerseits Module aus dem Kernbereich der Softwaretechnik, wie Compilerbau, Datenbanken und Software-Entwicklung, und andererseits anwendungsorientierte Module, wie Verteilte Systeme, Kombinatorische Strukturen und Algorithmen sowie Rechnergestützte Geometrie.

Die Technische Informatik befasst sich mit Aufbau, Entwurf, Organisation, Bewertung und Betrieb von Rechnersystemen. Sie ist Schnittstelle zwischen Informatik und Elektrotechnik und beschreibt Rechnersysteme hauptsächlich aus elektrologischer Sicht. Kenntnisse aus den grundständigen Veranstaltungen über Elektrotechnik werden nicht vorausgesetzt. Die Vertiefung bietet zum einen Module aus dem Kernbereich der Technischen Informatik, wie Recherarchitektur, Eingebettete Systeme sowie ein entsprechendes Labor-Praktikum, und andererseits anwendungsorientierte Module, wie Medizintechnische Systeme und die klassische Nachrichtentechnik. Die Einführungsveranstaltung über Quantenmechanik spielt eine fundamentale Rolle beim Aufbau von Quantenrechnern.

Modul M1586: Wissenschaftliche Programmierung

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Wissenschaftliche Programmierung (L2405)	Vorlesung	3	4
Wissenschaftliche Programmierung (L2406)	Gruppenübung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Tobias Knopp
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Prozedurale Programmierung, Lineare Algebra
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden • können wissenschaftliche Probleme in einer modernen Programmiersprache effizient lösen. • sind mit dem Konzept der reproduzierbaren Wissenschaft vertraut. • können mit mehrdimensionalen Arrays, sparse Arrays, Data Frames (tabellenförmige Daten) und Missing Data umgehen. Sie kennen sie Vor- und Nachteile spezifischer Datenstrukturen. • kennen verschiedene Möglichkeiten um Daten, Datenbeziehungen und Fehlermaße geeignet darzustellen. Sie kennen bekannte Datenformate zur Speicherung von wissenschaftlichen Daten und können für spezifische Daten ein geeignetes Format auswählen.
Fertigkeiten	Sie sind in der Lage • komplexe Probleme aus einer mathematischen Formulierung in eine geeignetes Programm zu übersetzen. • ein komplexes Problem in Teilprobleme aufzuteilen welche modular umgesetzt werden können. • numerische Standardprobleme zu identifizieren und hierfür geeignete Standardalgorithmen nutzen, die in Bibliotheken vorhanden sind. • wartbaren Programmcode zu schreiben, dessen Korrektheit durch geeignete Tests überprüft wird. • die Laufzeit von Programmen zu messen, Flaschenhalse zu identifizieren und geeignete Beschleunigungstechniken anzuwenden.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden können in sowohl selbstständig als auch in Teams an komplexen Problemen arbeiten. Sie können sich untereinander austauschen und ihre individuellen Stärken zur Lösung des Problems einbringen.
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind in der Lage ein komplexes Problem eigenständig zu untersuchen und einzuschätzen, welche Kompetenzen zur Lösung des Problems benötigt werden.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	Übungsaufgaben, Gruppenprojekt mit Präsentation, schriftlicher Test
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Dynamische Systeme und AI: Pflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L2405: Wissenschaftliche Programmierung	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Elementare Datentypen und der Zusammenhang zur Mathematik • Wissenschaftliche Datentypen: Mehrdimensionale Arrays, sparse Arrays, Data Frames, Missing Data • Multiple Dispatch als effizientes Paradigma für die wissenschaftliche Programmierung • Literate Programming • Profiling und Benchmarks • Beschleunigungstechniken: Caching, Multi-threading, SIMD, GPGPU • Wissenschaftliche Datenformate: CSV, TOML, HDF5, und ausgewählte Beispiele • Datenvisualisierung • Numerische Standardtechniken und effiziente Programmbibliotheken (BLAS, LAPACK, FFTW, ...) • Tests, Codeverwaltung, Dokumentation • Reproduzierbare Wissenschaft
Literatur	Ben Lauwens, Allen Downey: Think Julia: How to Think Like a Computer Scientist

Lehrveranstaltung L2406: Wissenschaftliche Programmierung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Tobias Knopp
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1595: Maschinelles Lernen I

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Maschinelles Lernen I (L2432)	Vorlesung	2	3
Maschinelles Lernen I (L2433)	Gruppenübung	3	3

Modulverantwortlicher	Prof. Nihat Ay
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Lineare Algebra, Analysis, Grundlagen der Programmierung
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden kennen • Grundlegende Prinzipien maschineller Lernverfahren: überwachtes/unüberwachtes Lernen, generative/deskriptives Lernen, parametrischer/nicht-parametrisches Lernen • verschiedeneLernmethoden: Neuronale Netze, Support-Vektor-Maschinen, Clusterung, Dimensionsreduzierung, Kernel-Methoden • Grundlagen der statistischen Lerntheorie • Fortgeschrittene Techniken wie Transfer Learning, Bestärkendes Lernen, Generative Adversarial Networks und Adaptive Control
Fertigkeiten	Die Studierenden können • maschinelle Lernverfahren auf konkrete Probleme anwenden • für konkrete Problemstellungen geeignete Verfahren auswählen und bewerten • die Güte eines trainierten datengetriebenen Modells evaluieren • mit bekannten Softwareframeworks für das maschinelle Lernen umgehen • bei neuronalen Netzen die Architektur und Kostenfunktion an konkrete Problemstellungen anpassen • die Grenzen maschineller Lernverfahren aufzeigen
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden können in sowohl selbstständig als auch in Teams an komplexen Problemen arbeiten. Sie können sich untereinander austauschen und ihre individuellen Stärken zur Lösung des Problems einbringen.
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind in der Lage ein komplexes Problem eigenständig zu untersuchen und einzuschätzen, welche Kompetenzen zur Lösung des Problems benötigt werden.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	**Verpflichtend** Nein; **Bonus** 20 %; **Art der Studienleistung** Übungsaufgaben; **Beschreibung**
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Theoretischer Maschinenbau: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Pflicht Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Advanced Materials: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Maschinenbau: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht Maschinenbau: Vertiefung Theoretischer Maschinenbau: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Dynamische Systeme und AI: Pflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L2432: Maschinelles Lernen I	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Nihat Ay
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Geschichte der Neurowissenschaften und des maschinellen Lernens (insbesondere des tiefen Lernens) • McCulloch-Pitts-Neuronen und binäre neuronale Netze • Boolesche Funktionen und Schellwert-Funktionen • Universalität von neuronalen McCulloch-Pitts-Netzwerken • Lernen und das Perzeptron-Konvergenz-Theorem • Support-Vektor-Maschinen • Harmonische Analyse von Booleschen Funktionen • Kontinuierliche künstliche neuronale Netze • Kolmogorovsches Superpositions-Theorem • Universelle Approximation mit kontinuierlichen neuronalen Netzen • Approximationsfehler und die Gradienten-Abstiegs-Methode: die allgemeine Idee • Die stochastische Gradienten-Abstiegs-Methode (Robbins-Monro- und Kiefer-Wolfowitz-Fälle) • Mehrschichtige Netzwerke und der Backpropagation-Algorithmus • Statistische Lerntheorie
Literatur	• Martin Anthony and Peter L. Bartlett. Neural Network Learning: Theoretical Foundations. Cambridge University Press, 1999. • Martin Anthony. Discrete Mathematics of Neural Networks: Selected Topics. SIAM Monographs on Discrete Mathematics & Applications, 1987. • Mehryar Mohri, Afshin Rostamizadeh and Ameet Talwalkar. Foundations of Machine Learning, Second Edition. MIT Press, 2018. • Christopher M. Bishop. Pattern Recognition and Machine Learning. Information Science and Statistics. Springer-Verlag, 2008. • Bernhard Schölkopf, Alexander Smola. Learning with Kernels: Support Vector Machines, Regularization, Optimization, and Beyond. Adaptive Computation and Machine Learning series. MIT Press, Cambridge, MA, 2002. • Luc Devroye, László Györfi, Gábor Lugosi. A Probabilistic Theory of Pattern Recognition. Springer, 1996. • Vladimir Vapnik. The Nature of Statistical Learning Theory. Springer-Verlag: New York, Berlin, Heidelberg, 1995.

Lehrveranstaltung L2433: Maschinelles Lernen I	
Typ	Gruppenübung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Nihat Ay
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1908: Grundlagen der Betriebssysteme

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Grundlagen der Betriebssysteme (L3148)	Vorlesung	2	3
Grundlagen der Betriebssysteme (L3149)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Christian Dietrich
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	• Prozedurales Programmieren in C, sowie zugehörige Werkzeuge (Editor, Linker, Compiler) • Grundlagen der Rechnerarchitektur
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Veranstaltung vermittelt grundlegende Kenntnisse über den Aufbau, Funktionsweise und systemnahe Verwendung von Betriebssystemen. Die Studierenden lernen am Modell einer Mehrebenenmaschine, Betriebssystemabstraktionen wie Prozesse, Fäden, virtueller Speicher, Dateien, Gerätedateien und Interprozesskommunikation sowie Techniken für deren effiziente Realisierung kennen. Dazu gehören Strategien für das Prozessscheduling, Latenzminimierung durch Pufferung und die Verwaltung von Haupt- und Hintergrundspeicher. Weiterhin kennen sie die Themen Sicherheit im Betriebssystemkontext und Aspekte der systemnahen Softwareentwicklung in C. In den vorlesungsbegleitenden Übungen haben sie Stoff anhand von Programmieraufgaben in C aus dem Bereich der UNIX-Systemprogrammierung praktisch vertieft. Die Studierenden kennen vordergründig die Betriebssystemfunktionen für Einprozessorsysteme. Spezielle Fragestellungen zu Mehrprozessorsystemen (auf Basis gemeinsamen Speichers) haben sie am Rande und in Bezug auf Funktionen zur Koordinierung nebenläufiger Programme kennen gelernt. In ähnlicher Weise kennen sie das Thema Echtzeitverarbeitung ansatzweise nur in Bezug auf die Prozesseinplanung.
Fertigkeiten	Studierende können die POSIX Systemschnittstelle nutzen um auf die verschiedenen Ressourcen des Rechensystems zuzugreifen. Sie sind in der Lage technische Dokumentation zu erfassen und auf dieser Grundlage komplexe Interaktionsprotokolle zu implementieren. Sie sind in der Lage Nebenläufigkeitsprobleme zu erkennen und mit blockierenden Synchronisationsprimitiven zu vermeiden.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden können in kleinen Gruppen eine Fragestellung mit Bezug Betriebssystemen und Systemsoftware erörtern und gemeinsam präsentieren.
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind in der Lage die Vorlesungsinhalte eigenständig vor- und nachzubearbeiten.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L3148: Grundlagen der Betriebssysteme	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Dietrich
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Grundlegende BS-Konzepte • Systemnahe Softwareentwicklung in C • Dateien un Dateisysteme • Prozesse und Fäden • Unterbrechungen, Systemaufrufe und Signale • Prozesseinplanung • Speicherbasierte Interaktion • Betriebsmittelverwaltung, Synchronisation und Verklemmung • Interprozesskommunikation • Speicherorganisation • Speichervirtualisierung • Systemsicherheit und Zugriffsschutz
Literatur	• Operating Systems. Internals and Design Principles; William Stallings; Prentice Hall 2008; ISBN: 978-0136006329. • Operating System Concepts; Abraham Silberschatz, Greg Gagne, Peter Bear Galvin; John Wiley & Sons, Inc.; 2005 ISBN: 0-471-69466-5. • Modern Operating Systems; Andrew S. Tanenbaum; Prentice Hall 2007 ISBN: 978-0136006633 • Structured Computer Organization; Andrew S. Tanenbaum; Prentice Hall 2006 ISBN: 978-0131485211.

Lehrveranstaltung L3149: Grundlagen der Betriebssysteme	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Dietrich
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0791: Rechnerarchitektur

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Rechnerarchitektur (L0793)	Vorlesung	2	3
Rechnerarchitektur (L0794)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Rechnerarchitektur (L1864)	Gruppenübung	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul "Technische Informatik"
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	In diesem Modul werden fortgeschrittene Konzepte der Rechnerarchitektur vorgestellt. Am Anfang steht ein breiter Überblick über mögliche Programmiermodelle, wie sie für Universalrechner aber auch für spezielle Maschinen (z.B. Signalprozessoren) entwickelt wurden. Anschließend werden prinzipielle Aspekte der Mikroarchitektur von Prozessoren behandelt. Der Schwerpunkt liegt hierbei insbesondere auf dem sogenannten Pipelining und den in diesem Zusammenhang angewandten Methoden zur Beschleunigung der Befehlsausführung. Die Studierenden lernen Mechanismen zum dynamischen Scheduling, zur Sprungvorhersage, zu superskalaren Architekturen und zu Speicher-Hierarchien kennen.
Fertigkeiten	Die Studierenden sind in der Lage, den Aufbau eines Prozessors zu erklären. Sie kennen die verschiedenen Architekturprinzipien und Programmiermodelle. Die Studierenden untersuchen verschiedene Strukturen von Pipeline-Architekturen und sind in der Lage, deren Konzepte zu erklären und im Hinblick auf Kriterien wie Performance und Energieeffizienz zu analysieren. Sie bewerten unterschiedliche Speicherarchitekturen, kennen parallele Rechnerarchitekturen und können zwischen Befehls- und Datenparallelität unterscheiden.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, ähnliche Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6

Studienleistung

Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
Nein	15 %	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	

Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Min., Vorlesungsstoff + 4 Testate zur PBL "Rechnerarchitektur"
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0793: Rechnerarchitektur	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Einführung • Grundlagen von VHDL • Programmiermodelle • Realisierung elementarer Datentypen • Dynamisches Scheduling • Sprungvorhersage • Superskalare Maschinen • Speicher-Hierarchien Die Gruppenübungen vertiefen die Vorlesungsinhalte durch Bearbeiten und Besprechen von Übungsblättern und dienen somit zur Klausur-Vorbereitung. Der praktische Umgang mit Fragestellungen aus der Rechnerarchitektur wird in der FPGA-basierten PBL zur Rechnerarchitektur vermittelt, deren Teilnahme verpflichtend ist.
Literatur	• D. Patterson, J. Hennessy. Rechnerorganisation und -entwurf. Elsevier, 2005. • A. Tanenbaum, J. Goodman. Computerarchitektur. Pearson, 2001.

Lehrveranstaltung L0794: Rechnerarchitektur	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1864: Rechnerarchitektur	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0953: Introduction to Information Security

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Einführung in die Informationssicherheit (L1114)	Vorlesung	2	3
Einführung in die Informationssicherheit (L1115)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Riccardo Scandariato
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basics of Computer Science
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Students can • name the main security risks when using Information and Communication Systems and name the fundamental security mechanisms, • describe commonly used methods for risk and security analysis, • name the fundamental principles of data protection.
Fertigkeiten	Students can • evaluate the strenghts and weaknesses of the fundamental security mechanisms and of the commonly used methods for risk and security analysis, • apply the fundamental principles of data protection to concrete cases.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Students are capable of appreciating the impact of security problems on those affected and of the potential responsibilities for their resolution.
Selbstständigkeit	None
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	**Verpflichtend:** Nein; **Bonus:** 5 %; **Art der Studienleistung:** Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung; **Beschreibung:** Gruppenarbeit mit aktuellen Technologien aus dem Bereich Sicherheit
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L1114: Introduction to Information Security

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Riccardo Scandariato
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Fundamental concepts • Passwords & biometrics • Introduction to cryptography • Sessions, SSL/TLS • Certificates, electronic signatures • Public key infrastructures • Side-channel analysis • Access control • Privacy • Software security basics • Security management & risk analysis • Security evaluation: Common Criteria
Literatur	D. Gollmann: Computer Security, Wiley & Sons, third edition, 2011 Ross Anderson: Security Engineering, Wiley & Sons, second edition, 2008

Lehrveranstaltung L1115: Introduction to Information Security	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Riccardo Scandariato
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1593: Data Mining

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Data Mining (L2434)	Vorlesung	2	3
Data Mining (L2435)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Stefan Schulte
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	• Databases • Machine learning
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	After successful completion of the course, students know: • Basic concepts for data preparation • Similarity and distance measures • Methods to mine data patterns • Procedures to analyse clusters • Approaches to identify outliers • Data mining for different types of data, e.g., data streams, text data, time series data
Fertigkeiten	Students are able to analyze large, heterogeneous volumes of data. They know methods and their application to recognize patterns in data sets and data clusters. The students are able to apply the studied methods in different domains, e.g., for data streams, text data, or time series data.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Students can work on complex problems both independently and in teams. They can exchange ideas with each other and use their individual strengths to solve the problem.
Selbstständigkeit	Students are able to independently investigate a complex problem and assess which competencies are required to solve it.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6

Studienleistung

Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
Ja	20 %	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	Praktische Arbeiten zu bestimmten Themen aus dem Bereich Data Mining

Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Pflicht Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Dynamische Systeme und AI: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L2434: Data Mining

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Stefan Schulte, Dr. Dominik Schallmoser
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Data preparation • Similarity and distance measures • Pattern mining • Cluster analysis • Outliers detection • Data mining for different types of data, e.g., data streams, text data, time series data
Literatur	Charu C. Aggarwal: Text Mining - The Textbook, Springer, 2015. Available at https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-14142-8

Lehrveranstaltung L2435: Data Mining	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Stefan Schulte, Dr. Dominik Schallmoser
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0754: Compiler Construction

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Compilerbau (L0703)	Vorlesung	2	2
Compilerbau (L0704)	Gruppenübung	2	4

Modulverantwortlicher	Prof. Sibylle Schupp
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	• Practical programming experience • Automata theory and formal languages • Functional programming or procedural programming • Object-oriented programming, algorithms, and data structures • Basic knowledge of software engineering
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Students explain the workings of a compiler and break down a compilation task in different phases. They apply and modify the major algorithms for compiler construction and code improvement. They can re-write those algorithms in a programming language, run and test them. They choose appropriate internal languages and representations and justify their choice. They explain and modify implementations of existing compiler frameworks and experiment with frameworks and tools.
Fertigkeiten	Students design and implement arbitrary compilation phases. They integrate their code in existing compiler frameworks. They organize their compiler code properly as a software project. They generalize algorithms for compiler construction to algorithms that analyze or synthesize software.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Students develop the software in a team. They explain problems and solutions to their team members. They present and defend their software in class. They communicate in English.
Selbstständigkeit	Students develop their software independently and define milestones by themselves. They receive feedback throughout the entire project. They organize the software project so that they can assess their progress themselves.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	Software (Compiler)
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0703: Compiler Construction

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Lexical and syntactic analysis • Semantic analysis • High-level optimization • Intermediate languages and code generation • Compilation pipeline
Literatur	Alfred Aho, Jeffrey Ullman, Ravi Sethi, and Monica S. Lam, Compilers: Principles, Techniques, and Tools, 2nd edition Aarne Ranta, Implementing Programming Languages, An Introduction to Compilers and Interpreters, with an appendix coauthored by Markus Forsberg, College Publications, London, 2012

Lehrveranstaltung L0704: Compiler Construction

Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0803: Embedded Systems

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Eingebettete Systeme (L0805)	Vorlesung	3	3
Eingebettete Systeme (L2938)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	1
Eingebettete Systeme (L0806)	Gruppenübung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Computer Engineering
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Embedded systems can be defined as information processing systems embedded into enclosing products. This course teaches the foundations of such systems. In particular, it deals with an introduction into these systems (notions, common characteristics) and their specification languages (models of computation, hierarchical automata, specification of distributed systems, task graphs, specification of real-time applications, translations between different models). Another part covers the hardware of embedded systems: Sonsors, A/D and D/A converters, real-time capable communication hardware, embedded processors, memories, energy dissipation, reconfigurable logic and actuators. The course also features an introduction into real-time operating systems, middleware and real-time scheduling. Finally, the implementation of embedded systems using hardware/software co-design (hardware/software partitioning, high-level transformations of specifications, energy-efficient realizations, compilers for embedded processors) is covered.
Fertigkeiten	After having attended the course, students shall be able to realize simple embedded systems. The students shall realize which relevant parts of technological competences to use in order to obtain a functional embedded systems. In particular, they shall be able to compare different models of computations and feasible techniques for system-level design. They shall be able to judge in which areas of embedded system design specific risks exist.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Students are able to solve similar problems alone or in a group and to present the results accordingly.
Selbstständigkeit	Students are able to acquire new knowledge from specific literature and to associate this knowledge with other classes.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6

Studienleistung

Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
Ja	10 %	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	

Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten, Inhalte der Vorlesung und Übungen
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Pflicht Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Elektrotechnik: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mechatronics: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Schiffstechnik: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Elektrische Systeme: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Dynamische Systeme und AI: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Roboter- und Maschinensysteme: Pflicht Mechatronik: Vertiefung Medizintechnik: Pflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Embedded Systems: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0805: Embedded Systems	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Introduction • Specifications and Modeling • Embedded/Cyber-Physical Systems Hardware • System Software • Evaluation and Validation • Mapping of Applications to Execution Platforms • Optimization
Literatur	• Peter Marwedel. Embedded System Design - Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems. 2 nd Edition, Springer, 2012., Springer, 2012.

Lehrveranstaltung L2938: Embedded Systems	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Introduction • Specifications and Modeling • Embedded/Cyber-Physical Systems Hardware • System Software • Evaluation and Validation • Mapping of Applications to Execution Platforms • Optimization
Literatur	• Peter Marwedel. Embedded System Design - Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems. 2 nd Edition, Springer, 2012., Springer, 2012.

Lehrveranstaltung L0806: Embedded Systems	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1300: Software Development

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Softwareentwicklung (L1790)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	5
Softwareentwicklung (L1789)	Vorlesung	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Sibylle Schupp
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	• Introduction to Software Engineering • Programming Skills • Experience with Developing Small to Medium-Size Programs
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Students explain the fundamental concepts of agile methods, describe the process of test-driven development, and explain how continuous integration can be used in different scenarios. They give examples of selected pitfalls in software development, regarding scalability and other non-functional requirements. They write unit tests and build scripts and combine them in a corresponding integration environment. They explain major activities in requirements analysis, program comprehension, and agile project development.
Fertigkeiten	For a given task on a legacy system, students identify the corresponding parts in the system and select an appropriate method for understanding the details. They choose the proper approach of splitting a task in independent testable and extensible pieces and, thus, solve the task with proper methods for quality assurance. They design tests for legacy systems, create automated builds, and find errors at different levels. They integrate the resulting artifacts in a continuous development environment
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Students discuss different design decisions in a group. They defend their solutions orally. They communicate in English.
Selbstständigkeit	Using accompanying tools, students can assess their level of knowledge continuously and adjust it appropriately. Within limits, they can goals. Upon successful completion, students can identify and formulate concrete problems of software systems and propose solutions. Wit conduct independent studies to acquire the necessary competencies. They can devise plans to arrive at new solutions or assess existing ones
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	Software
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1790: Software Development	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	5
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 122, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Agile Methods • Test-Driven Development and Unit Testing • Continuous Integration • Web Services • Scalability • From Defects to Failure
Literatur	Duvall, Paul M. Continuous Integration. Pearson Education India, 2007. Humble, Jez, and David Farley. Continuous delivery: reliable software releases through build, test, and deployment automation. Pearson Education, 2010. Martin, Robert Cecil. Agile software development: principles, patterns, and practices. Prentice Hall PTR, 2003. http://scrum-kompakt.de/ Myers, Glenford J., Corey Sandler, and Tom Badgett. The art of software testing. John Wiley & Sons, 2011.

Lehrveranstaltung L1789: Software Development	
Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Sibylle Schupp
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Agile Methods • Test-Driven Development and Unit Testing • Continuous Integration • Web Services • Scalability • From Defects to Failure
Literatur	Duvall, Paul M. Continuous Integration. Pearson Education India, 2007. Humble, Jez, and David Farley. Continuous delivery: reliable software releases through build, test, and deployment automation. Pearson Education, 2010. Martin, Robert Cecil. Agile software development: principles, patterns, and practices. Prentice Hall PTR, 2003. http://scrum-kompakt.de/ Myers, Glenford J., Corey Sandler, and Tom Badgett. The art of software testing. John Wiley & Sons, 2011.

Modul M1872: Betriebssystembau für Einkernsysteme

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Betriebssystembau (L2812)	Vorlesung	2	3
Betriebssystembau für Einkernsysteme (L3087)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3

Modulverantwortlicher: Prof. Christian Dietrich

Zulassungsvoraussetzungen: Keine

Empfohlene Vorkenntnisse

- Objekt-orientiertes Programmieren (notwendig)
- Grundlagen von Betriebssystemen (empfohlen)
- Grundlagen der Rechnerarchitektur (empfohlen)
- Programmieren in C/C++ (empfohlen)

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse: Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht

Fachkompetenz

Wissen: Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:

- erläutern den Startvorgang eines Rechensystems am Beispiel eines IA32 PCs.
- beschreiben die spezifischen Herausforderungen bei der Softwareentwicklung für "bare metal".
- beschreiben den Ablauf einer Unterbrechungsbehandlung von der Hardware bis zur (System-)software.
- skizzieren Besonderheiten und Strategien der Unterbrechungsbehandlung in Hardware für Mehrkernsystemen am Beispiel des IA32-APICs.
- unterscheiden die verschiedenen Typen von Kontrollflüssen in einem Betriebssystem anhand des Ebenenmodells.
- unterscheiden harte, mehrstufige, und weiche Verfahren zur Unterbrechungssynchronisation in Betriebssystemen.
- analysieren das Zusammenspiel von Scheduling und Unterbrechungssynchronisation.
- unterscheiden grundlegende Möglichkeiten der Koordinierung und Synchronisation von Fäden (aktives/passives Warten, nichtverdrängbare kritische Abschnitte).
- kennen die grundlegenden Synchronisationsprobleme (lost update, lost wakeup) und schlagen geeignete Gegenmaßnahmen vor.
- können verschiedene Treibermodelle unterscheiden.
- vergleichen grundlegende BS-Architekturen (Bibliothek, Monolith, Mikrokern, Exokern, Hypervisor) anhand fundamentaler Charakteristika (Robustheit, Performanz, Portierbarkeit) und Mechanismen.
- schildern die grundlegenden Paradigmen zur Interprozesskommunikation in Betriebssystemen (speicherbasiert vs. nachrichtenbasiert).

Fertigkeiten: Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:

- diskutieren die Aufgabenteilung zwischen Hardware und Systemsoftware bei der Unterbrechungsbearbeitung.
- können mehrstufige Verfahren zur Unterbrechungssynchronisation implementieren.
- klassifizieren konkrete Konkurrenzsituationen und leiten daraus geeignete Synchronisationsmaßnahmen ab.
- entwickeln den Koroutinenwechsel für einen gegebene Architektur.
- können verdrängendes Scheduling in einem Betriebssystem implementieren.
- entwickeln Mechanismen für die Synchronisation auf Fadenebene.
- können Gerätetreiber in eine Betriebssystemarchitektur einbinden.
- skizzieren, wie höhere Synchronisationskonstrukte aus grundlegenden Synchronisationsprimitiven implementiert werden (Monitore, Leser-/Schreiber-Sperre).
- können Primitiven zur Interprozesskommunikation implementieren und einsetzen.

Personale Kompetenzen

Sozialkompetenz: Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:

- können in Kleingruppen kooperativ arbeiten.
- können die ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten.

Selbstständigkeit: Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:

- können sich komplexe Fehlerbilder durch methodisches Vorgehen schrittweise erschließen.
- reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.
- können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten und Irrwegen umgehen.
- können getroffene Fehlentscheidungen revidieren bzw. die entstehenden Kosten bewusst in Kauf nehmen.

Arbeitsaufwand in Stunden: Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56

Leistungspunkte: 6

Studienleistung

Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
Nein	10 %	Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung	

Prüfung: Mündliche Prüfung

Prüfungsdauer und -umfang: 25 min

Zuordnung zu folgenden Curricula: Computer Science: Vertiefung I. Computer- und Software-Engineering: Wahlpflicht
Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung I. Informatik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L2812: Betriebssystembau	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Dietrich
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Ziel der Vorlesung ist die Vermittlung von konzeptionellen Grundlagen und wichtigen Techniken, die für den Bau eines Betriebssystems erforderlich sind. Dabei werden gleichzeitig Grundlagen aus dem Betriebssystembereich wie Unterbrechungen, Synchronisation und Ablaufplanung, die aus anderen Veranstaltungen weitgehend bekannt sein sollten, wiederholt und vertieft. • Grundlagen der Betriebssystementwicklung • Unterbrechungen (Hardware, Software, Synchronisation) • IA-32: Die 32-Bit-Intel-Architektur • Koroutinen und Programmfäden • Scheduling • Betriebssystem-Architekturen • Fadensynchronisation • Gerätetreiber • Interprozesskommunikation
Literatur	

Lehrveranstaltung L3087: Betriebssystembau für Einkernsysteme	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Dietrich
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Ziel der Vorlesung ist die Vermittlung von konzeptionellen Grundlagen und wichtigen Techniken, die für den Bau eines Betriebssystems erforderlich sind. Dabei werden gleichzeitig Grundlagen aus dem Betriebssystembereich wie Unterbrechungen, Synchronisation und Ablaufplanung, die aus anderen Veranstaltungen weitgehend bekannt sein sollten, wiederholt und vertieft. • Grundlagen der Betriebssystementwicklung • Unterbrechungen (Hardware, Software, Synchronisation) • IA-32: Die 32-Bit-Intel-Architektur • Koroutinen und Programmfäden • Scheduling • Betriebssystem-Architekturen • Fadensynchronisation • Gerätetreiber • Interprozesskommunikation Diese Veranstaltung beschäftigt sich nur mit dem Design von Einkernbetriebssystemen.
Literatur	

Fachmodule der Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften

In dieser Vertiefung geht es vor allem um Mathematik unter Verwendung von Computern. Aufbauend auf den in den ersten vier Semestern vermittelten Grundlagen der höheren Mathematik werden weitergehende Veranstaltungen aus den Bereichen Analysis, Geometrie, Kombinatorik und Numerik angeboten.

Modul M1730: Mathematics IV (EN)

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Differentialgleichungen 2 (Partielle Differentialgleichungen) (EN) (L2783)	Vorlesung	2	1
Differentialgleichungen 2 (Partielle Differentialgleichungen) (EN) (L2784)	Hörsaalübung	1	1
Differentialgleichungen 2 (Partielle Differentialgleichungen) (EN) (L2785)	Gruppenübung	1	1
Komplexe Funktionen (EN) (L2786)	Vorlesung	2	1
Komplexe Funktionen (EN) (L2787)	Hörsaalübung	1	1
Komplexe Funktionen (EN) (L2788)	Gruppenübung	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Marko Lindner
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematics I - III (EN or DE)
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	• Students can name the basic concepts in Mathematics IV. They are able to explain them using appropriate examples. • Students can discuss logical connections between these concepts. They are capable of illustrating these connections with the help of examples. • They know proof strategies and can reproduce them.
Fertigkeiten	• Students can model problems in Mathematics IV with the help of the concepts studied in this course. Moreover, they are capable of solving them by applying established methods. • Students are able to discover and verify further logical connections between the concepts studied in the course. • For a given problem, the students can develop and execute a suitable approach, and are able to critically evaluate the results.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	• Students are able to work together in teams. They are capable to use mathematics as a common language. • In doing so, they can communicate new concepts according to the needs of their cooperating partners. Moreover, they can design examples to check and deepen the understanding of their peers.
Selbstständigkeit	• Students are capable of checking their understanding of complex concepts on their own. They can specify open questions precisely and know where to get help in solving them. • Students have developed sufficient persistence to be able to work for longer periods in a goal-oriented manner on hard problems.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 68, Präsenzstudium 112
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Advanced Materials: Pflicht Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Engineering Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Advanced Materials: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Mechatronics: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Elektrotechnik: Pflicht

Lehrveranstaltung L2783: Differential Equations 2 (Partial Differential Equations) (EN)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Main features of the theory and numerical treatment of partial differential equations • Examples of partial differential equations • First order quasilinear differential equations • Normal forms of second order differential equations • Harmonic functions and maximum principle • Maximum principle for the heat equation • Wave equation • Liouville's formula • Special functions • Difference methods • Finite elements
Literatur	http://www.math.uni-hamburg.de/teaching/export/tuhh/index.html

Lehrveranstaltung L2784: Differential Equations 2 (Partial Differential Equations) (EN)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2785: Differential Equations 2 (Partial Differential Equations) (EN)	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2786: Complex Functions (EN)	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 2, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Main features of complex analysis • Functions of one complex variable • Complex differentiation • Conformal mappings • Complex integration • Cauchy's integral theorem • Cauchy's integral formula • Taylor and Laurent series expansion • Singularities and residuals • Integral transformations: Fourier and Laplace transformation
Literatur	http://www.math.uni-hamburg.de/teaching/export/tuhh/index.html

Lehrveranstaltung L2787: Complex Functions (EN)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2788: Complex Functions (EN)	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dozenten des Fachbereiches Mathematik der UHH
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0651: Rechnergestützte Geometrie

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Rechnergestützte Geometrie (L0393)	Vorlesung	2	4
Rechnergestützte Geometrie (L0394)	Gruppenübung	2	2

Modulverantwortlicher	Dr. Prashant Batra
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Lineare Algebra und Analytische Geometrie wie aus der schulischen Oberstufe bekannt (Rechnen mit Vektoren u. Determinanten, Deutung von Skalarprodukt, Kreuzprodukt, Darstellung v. Geraden/Ebenen, Satz d. Pythagoras, Cosinus-Satz, Satz d. Thales, Projektionen/Einbettungen) Grundlegende Datenstrukturen (Bäume, binäre Bäume, Suchbäume, balancierte binäre Bäume, Verkettete Listen) Definition eines Graphen
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Studierende können die grundlegenden Begriffe der Rechnergestützten Geoemtrie benennen, mathematisch exakt beschreiben und anhand von Beispielen erklären. Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern.
Fertigkeiten	Studierende können Aufgabenstellungen aus der Rechnergestützten Geometrie mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Studierende sind in der Lage, mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihre eigenen algorithmischen Vorschläge zur Lösung der vorgestellten Probleme zu erörtern. Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache.
Selbstständigkeit	Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbständig zu erschließen und können diese verifizieren.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0393: Rechnergestützte Geometrie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Prashant Batra
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Konstruktion einer konvexen Hülle von n Punkten Triangulierung eines schlichten Polygons Konstruktion einer Delaunay-Triangulation, eines Voronoi-Diagramms Algorithmen und Datenstrukturen zum Bestimmen eines Arrangements, eines Ham-Sandwich-Cuts. des Schnitts von Halbebenen, der Optimierung eines linearen Funktionals. Effiziente Bestimmung aller Schnittpunkte von (orthogonalen) Streckensegmenten Approximative Berechnung des Durchmessers einer Punktemenge Inkrementelle randomisierte Algorithmen Grundlagen der Gitterpunktlehre, LLL-Algorithmus und Anwendungen in der ganzzahligen Optimierung Grundlagen der Bewegungsplanung
Literatur	Computational Geometry Algorithms and Applications Authors: • Prof. Dr. Mark de Berg, • Dr. Otfried Cheong, • Dr. Marc van Kreveld, • Prof. Dr. Mark Overmars Springer e-Book: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-77974-2 Algorithmische Geometrie : Grundlagen, Methoden, Anwendungen / Rolf Klein **Verfasser:** Klein, Rolf **Ausgabe:** 2., vollst. überarb. Aufl. **Erschienen:** Berlin [u.a.] : Springer, 2005 **Umfang:** XI, 392 S. : graph. Darst. Springer e-Book: http://dx.doi.org/10.1007/3-540-27619-X O'Rourke, Joseph Computational geometry in C. (English) Zbl 0816.68124 Cambridge: Univ. Press. ix, 346 p. $ 24.95; £16.95 /sc; $ 59.95; £35.00 /hc (1994). **ISBN:** 0-521-44034-3 ; 0-521-44592-2 **Computational geometry** : an introduction / Franco P. Preparata; Michael Ian Shamos **Verfasser:** Preparata, Franco P. ; Shamos, Michael Ian **Ausgabe:** Corr. and expanded 2. printing. **Erschienen:** New York [u.a.] : Springer, 1988 **Umfang:** XIV, 398 S. : graph. Darst. **Schriftenreihe:** Texts and monographs in computer science **ISBN:** 3-540-96131-3 0-387-96131-3 Devadoss, Satyan L.; O'Rourke, Joseph Discrete and computational geometry. (English) Zbl 1232.52001 Princeton, NJ: Princeton University Press (ISBN 978-0-691-14553-2/hbk; 978-1-400-83898-1/ebook). xi, 255 p. ISBN: 978-3-540-77973-5 (Print) 978-3-540-77974-2 (Online)

Lehrveranstaltung L0394: Rechnergestützte Geometrie	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Prashant Batra
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0941: Kombinatorische Strukturen und Algorithmen

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Kombinatorische Strukturen und Algorithmen (L1100)	Vorlesung	3	4
Kombinatorische Strukturen und Algorithmen (L1101)	Gruppenübung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Anusch Taraz
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	• Mathematik I + II • Diskrete Algebraische Strukturen • Graphentheorie und Optimierung
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz *Wissen*	• Studierende können die grundlegenden Begriffe der Kombinatorik und Algorithmik benennen und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern. • Sie kennen Beweisstrategien und können diese wiedergeben.
Fertigkeiten	• Studierende können Aufgabenstellungen aus der Kombinatorik und Algorithmik mit Hilfe der kennengelernten Konzepte modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten.
Personale Kompetenzen *Sozialkompetenz*	• Studierende sind in der Lage, in Teams zusammenzuarbeiten und beherrschen die Mathematik als gemeinsame Sprache. • Sie können dabei insbesondere neue Konzepte adressatengerecht kommunizieren und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen.
Selbstständigkeit	• Studierende können eigenständig ihr Verständnis komplexer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume zielgerichtet an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1100: Kombinatorische Strukturen und Algorithmen	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Anusch Taraz, Dr. Dennis Clemens
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Zählprobleme • Strukturelle Graphentheorie • Analyse von Algorithmen • Extremale Kombinatorik • Zufällige diskrete Strukturen
Literatur	• M. Aigner: Diskrete Mathematik, Vieweg, 6. Aufl., 2006 • J. Matoušek & J. Nešetřil: Diskrete Mathematik - Eine Entdeckungsreise, Springer, 2007 • A. Steger: Diskrete Strukturen - Band 1: Kombinatorik, Graphentheorie, Algebra, Springer, 2. Aufl. 2007 • A. Taraz: Diskrete Mathematik, Birkhäuser, 2012.

Lehrveranstaltung L1101: Kombinatorische Strukturen und Algorithmen	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Anusch Taraz
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1242: Quantenmechanik für Studierende der Ingenieurswissenschaften

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Quantenmechanik für Studierende der Ingenieurwissenschaften (L1686)	Vorlesung	2	3
Quantenmechanik für Studierende der Ingenieurwissenschaften (L1688)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Michael Alexander Rübhausen
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	• Kenntnisse in Physik insbesondere im Bereich Optik und Wellenlehre; • Kenntnisse in der Mathematik, insbesondere linearen Algebra, Vektorrechnung, komplexe Zahlen und Fourierentwicklung
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden können grundlegende Begriffe und Prinzipien der Quantenmechanik beschreiben und erläutern. Sie kennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zur klassischen Physik und wissen, in welchen Situationen quantenmechanische Effekte erwartet werden können.
Fertigkeiten	Die Studierenden sind in der Lage, quantenmechanische Konzepte und Methoden auf einfache Probleme anzuwenden. Sie sind umgekehrt auch in der Lage, die Voraussetzungen und Prinzipien einfacher Anwendungen der Quantenmechanik in elektrooptischen Bauelementen nachzuvollziehen.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden diskutieren den Vorlesungsstoff und präsentieren Lösungen einfacher quantenmechanischer Probleme in Kleingruppen während der Übungen.
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind in der Lage selbstständig einfache Lösungswege zu quantenmechanische Problemen zu erarbeiten. Sie sind so weit mit Konzepten der Quantenmechanik vertraut, dass sie sich selbständig Literatur zu komplexeren Fragestellungen mit quantenmechanischem Hintergrund erarbeiten können.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	**Verpflichtend** Nein; **Bonus** Keiner; **Art der Studienleistung** Schriftliche Ausarbeitung; **Beschreibung** optionale Vorlage von selbst ausgearbeiteten Lösungen zu den Übungen
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1686: Quantenmechanik für Studierende der Ingenieurwissenschaften

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	NN Dozenten des Fachbereiches Physik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Diese Veranstaltung führt in grundlegende Konzepte, Methoden und Begriffe der Quantenmechanik ein, die in den Materialwissenschaften wichtig sind. Anwendungen werden anhand konkreter Beispiele aus dem Bereich elektronischer und optischer Bauelemente diskutiert. Zentrale Begriffe und Themen sind: Schrödinger-Gleichung, Wellenfunktionen, Operatoren, Eigenzustände, Eigenwerte, Quantentöpfe, harmonischer Oszillator, Tunnelprozesse, resonante Tunneldiode, Bandstruktur, Zustandsdichte, Besetzungsverteilung, Zener-Diode, stationäre Störungsrechnung am Beispiel des Quantum Confined Stark Effekts, Fermis Goldene Regel und Übergangsmatrixelemente, Heterostrukturlaser, Quantenkaskadenlaser, Vielteilchensysteme, Moleküle und Austauschwechselwirkung, Quantenbits und Quantenkryptographie
Literatur	• David J. Griffiths: "Quantenmechanik, eine Einführung", Pearson (2012), ISBN 978-3-8632-6514-4. • David K. Ferry: "Quantum Mechanics", IOP Publishing (1995), ISBN 0-7503-0327-1 (hbk) bzw. 0-7503-0328-X (pbk). • M. Jaros: " Physics and Applications of Semiconductor Microstructures ", Clarendon Press (1989), ISBN: 0-19-851994-X bzw. 0-19-853927-4 (Pbk). • Randy Harris, "Modernes Physik Lehr- und Übungsbuch", 2. aktualisierte Auflage, Kapitel 3-10, Pearson (2013), ISBN 978-3-86894-115-9. • Michael A Nielsen and Isaac L. Chuang: "Quantum Computation and Quantum Informatioin", 10. Auflage, Cambridge University Press (2011), ISBN: 1107002176 9781107002173. • Hiroyuki Sagawa and Nobuaki Yoshida: "Fundamentals of Quantum Information", World Scientific Publishing (2010), ISBN-13: 978-9814324236.

Lehrveranstaltung L1688: Quantenmechanik für Studierende der Ingenieurwissenschaften	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	NN Dozenten des Fachbereiches Physik der UHH
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1592: Statistik

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Statistik (L2430)	Vorlesung	3	4
Statistik (L2431)	Gruppenübung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Schulte
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Stochastik (oder eine vergleichbare Lehrveranstaltung)
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	• Studierende können die grundlegenden Begriffe der Statistik benennen und anhand von Beispielen erklären. • Studierende sind in der Lage, logische Zusammenhänge zwischen diesen Konzepten zu diskutieren und anhand von Beispielen zu erläutern.
Fertigkeiten	• Studierende können statistische Probleme mit Hilfe der kennengelernten Konzepte mathematisch modellieren und mit den erlernten Methoden lösen. Hierfür können sie die statische Software R einsetzen. • Studierende sind in der Lage, sich weitere einfache logische Zusammenhänge zwischen den kennengelernten Konzepten selbständig zu erschließen und können diese verifizieren. • Studierende können zu gegebenen Problemstellungen einen geeigneten Lösungsansatz entwickeln, diesen verfolgen und die Ergebnisse kritisch auswerten.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	• Studierende können in heterogen zusammengesetzten Teams (z.B. an Hausaufgaben) zusammenarbeiten und ihre Ergebnisse vor der Gruppe präsentieren. • Sie können sich dabei insbesondere gegenseitig neue Konzepte erklären und anhand von Beispielen das Verständnis der Mitstudierenden überprüfen und vertiefen.
Selbstständigkeit	• Studierende können eigenständig ihr Verständnis mathematischer Konzepte überprüfen, noch offene Fragen auf den Punkt bringen und sich gegebenenfalls gezielt Hilfe holen. • Studierende können ihr Wissen mit den Inhalten anderer Veranstaltungen in Verbindung bringen. • Studierende haben eine genügend hohe Ausdauer entwickelt, um auch über längere Zeiträume an schwierigen Problemstellungen zu arbeiten.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Advanced Materials: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Pflicht Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Advanced Materials: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Pflicht Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Vertiefung Informationstechnologie: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L2430: Statistik	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Matthias Schulte
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Multivariate Verteilungen und stochastische Konvergenz • Punktschätzer • Konfidenzintervalle • Hypothesentests • Nichtparametrische Statistik • Lineare Regression • Zeitreihenanalyse • Statistische Software (R)
Literatur	• L. Dümbgen (2016): Einführung in die Statistik, Birkhäuser. • L. Dümbgen (2003): Stochastik für Informatiker, Springer. • H.-O. Georgii (2012): Stochastics: Introduction to Probability and Statistics, 2nd edition, De Gruyter. • N. Henze (2018): Stochastik für Einsteiger, 12th edition, Springer. • A. Klenke (2014): Probability Theory: A Comprehensive Course, 2nd edition, Springer. • U. Krengel (2005): Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, 8th edition, Vieweg.

Lehrveranstaltung L2431: Statistik	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Matthias Schulte
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0715: Solvers for Sparse Linear Systems

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Löser für schwachbesetzte lineare Gleichungssysteme (L0583)	Vorlesung	2	3
Löser für schwachbesetzte lineare Gleichungssysteme (L0584)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Sabine Le Borne
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	• Mathematics I + II for Engineering students or Analysis & Lineare Algebra I + II for Technomathematicians • Programming experience in C
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Students can • list classical and modern iteration methods and their interrelationships, • repeat convergence statements for iterative methods, • explain aspects regarding the efficient implementation of iteration methods.
Fertigkeiten	Students are able to • analyse, implement, test, and compare iterative methods, • analyse the convergence behaviour of iterative methods and, if applicable, compute congergence rates.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Students are able to • work together in heterogeneously composed teams (i.e., teams from different study programs and background knowledge), explain theoretical foundations and support each other with practical aspects regarding the implementation of algorithms.
Selbstständigkeit	Students are capable • to assess whether the supporting theoretical and practical excercises are better solved individually or in a team, • to work on complex problems over an extended period of time, • to assess their individual progess and, if necessary, to ask questions and seek help.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	20 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung I. Mathematik/Informatik: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung I. Mathematik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0583: Solvers for Sparse Linear Systems

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	1. Sparse systems: Orderings and storage formats, direct solvers 2. Classical methods: basic notions, convergence 3. Projection methods 4. Krylov space methods 5. Preconditioning (e.g. ILU) 6. Multigrid methods 7. Domain Decomposition Methods
Literatur	1. Y. Saad. Iterative methods for sparse linear systems 2. M. Olshanskii, E. Tyrtyshnikov. Iterative methods for linear systems: theory and applications

Lehrveranstaltung L0584: Solvers for Sparse Linear Systems	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sabine Le Borne
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1269: Labor Cyber-Physical Systems

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Labor Cyber-Physical Systems (L1740)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	4	6

Modulverantwortlicher	Prof. Heiko Falk
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Modul "Eingebettete Systeme"
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Cyber-Physical Systems (CPS) stehen über Sensoren, A/D- und D/A-Wandler und Aktoren in enger Verbindung mit ihrer Umgebung. Wegen der besonderen Einsatzgebiete kommen hier hochgradig spezialisierte Sensoren, Prozessoren und Aktoren zum Einsatz, die applikationsspezifisch auf ihr jeweiliges Einsatzgebiet ausgerichtet sind. Dementsprechend existiert - im Gegensatz zum klassischen Software Engineering - eine Vielzahl unterschiedlicher Techniken zur Spezifikation von CPS. In Form von rechnergestützten Versuchen mit Roboterbausätzen werden in dieser Veranstaltung die Grundzüge der Spezifikation und Modellierung von CPS vermittelt. Das Labor behandelt die Einführung in diese Systeme (Begriffsbildung, charakteristische Eigenschaften) und deren Spezifikationssprachen (models of computation, hierarchische Zustandsautomaten, Datenfluss-Modelle, Petri-Netze, imperative Techniken). Da CPS häufig Steuerungs- und Regelungsaufgaben erfüllen, wird das Labor praxisnah einfache Anwendungen aus der Regelungstechnik vermitteln. Die Versuche nutzen gängige Spezifikationswerkzeuge (MATLAB/Simulink, LabVIEW, NXC), um hiermit Cyber-Physical Systems zu modellieren, die über Sensoren und Aktoren mit ihrer Umwelt interagieren.
Fertigkeiten	Nach erfolgreichem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, einfache CPS zu entwickeln. Sie können Wechselwirkungen zwischen einem CPS und dessen umgebenden Prozessen beurteilen, der sich aus dem Kreislauf zwischen physikalischer Umwelt, Sensor, A/D-Wandler, digitalem Prozessor, D/A-Wandler und Aktor ergibt. Die Veranstaltung versetzt die Studierenden in die Lage, Modellierungstechniken miteinander vergleichen, deren Vor- und Nachteile abwägen, und geeignete Techniken zur Systementwicklung einsetzen zu können. Sie erwerben die Fähigkeit, diese Techniken im Rahmen konkreter praktischer Aufgabenstellungen anzuwenden. Sie haben erste Erfahrungen im hardwarenahen Software-Entwurf, im Umgang mit industrierelevanten Spezifikationswerkzeugen und im Entwurf einfacher Regelungssysteme erworben.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, ähnliche Aufgaben alleine oder in einer Gruppe zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, sich Teilbereiche des Fachgebietes anhand von Fachliteratur selbständig zu erarbeiten, das erworbene Wissen zusammenzufassen, zu präsentieren und es mit den Inhalten anderer Lehrveranstaltungen zu verknüpfen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	Durchführung und Beschreibung sämtlicher Versuche
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Informatik: Wahlpflicht Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1740: Labor Cyber-Physical Systems

Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Heiko Falk
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Versuch 1: Programmieren in NXC • Versuch 2: Programmierung des Roboters mit Matlab/Simulink • Programmierung des Roboters in LabVIEW
Literatur	• Peter Marwedel. Embedded System Design - Embedded System Foundations of Cyber-Physical Systems. 2 nd Edition, Springer, 2012. • Begleitende Foliensätze

Modul M0668: Algebraische Methoden in der Regelungstechnik

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Algebraische Methoden in der Regelungstechnik (L0428)	Vorlesung	2	4
Algebraische Methoden in der Regelungstechnik (L0429)	Gruppenübung	2	2

Modulverantwortlicher	Dr. Prashant Batra
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathe I-III (Reelle Analysis, Lineare Algebra,) und entweder: Einführung in die Regelungstechnik (Beschreibung u. gewünschte Eigenschaften von Systemen, Zeitbereich/Frequenzbereich) oder: Diskrete Mathematik (Gruppen, Ringe, Ideale, Körper, Euklidscher Algorithmus)
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Studierende können • Input-Output-Systeme polynomial beschreiben, • Faktorisierungsansätze für Übertragungsfunktionen erklären, • Stabilisierungsbedingungen für Systeme in coprimer stabiler Faktorisierung benennen.
Fertigkeiten	Studierende sind in der Lage • eine Synthese stabiler Regelkreise durchzuführen, • geeignete Analyse und Synthesemethoden zur Beschreibung aller stabilen Regelkreise anzuwenden sowie • die Erfüllung vorgegebener Leistungsmaße sicher zu stellen.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, fachspezifische Aufgaben alleine zu bearbeiten und die Resultate geeignet zu präsentieren.
Selbstständigkeit	Die Studierenden können ihren Wissensstand mit Hilfe klausurnaher Aufgaben kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung II. Informatik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0428: Algebraische Methoden in der Regelungstechnik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Prashant Batra
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	- Algebraische Methoden der Regelungstechniks, polynomialer Ansatz, Faktorisierungsbeschreibung - Beschreibung 1-dimensionaler Regelsysteme, Synthese von (minimalen) Regelsystemen durch algebraische Interpolationsmethoden, - Simultane Stabilisierbarkeit - Parametrisierung sämtlicher stabilisierenden Regler - Reglerentwurf bei Polvorgabe - Berücksichtigung von Systemeigenschaften: Störanfälligkeit, Sensitivität. - Polynomiale Matrizen, Beschreibung durch Links-Faktorisierungen. - Euklidscher Algorithmus u. Diophantische Gleichungen über Ringen - Smith-McMillan Normal Form - Synthese von Mehrgrößensystemen durch polynomiale Methoden
Literatur	• Vidyasagar, M.: Control system synthesis: a factorization approach. The MIT Press,Cambridge/Mass. - London, 1985. • Vardulakis, A.I.G.: Linear multivariable control. Algebraic analysis and synthesis methods, John Wiley & Sons,Chichester,UK,1991. • Chen, Chi-Tsong: Analog and digital control system design. Transfer-function, state-space, and algebraic methods. Oxford Univ. Press,1995. • Kučera, V.: Analysis and Design of Discrete Linear Control Systems. Praha: Academia, 1991.

Lehrveranstaltung L0429: Algebraische Methoden in der Regelungstechnik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Prashant Batra
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0672: Signale und Systeme

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Signale und Systeme (L0432)	Vorlesung	3	4
Signale und Systeme (L0433)	Gruppenübung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Gerhard Bauch
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematik 1-3 Das Modul führt in das Thema der Signal- und Systemtheorie ein. Sicherer Umgang mit grundlegenden mathematschen Methoden, wie sie in den Modulen Mathematik 1-3 vermittelt werden, wird erwartet. Darüber hinaus sind Vorkenntnisse in Grundlagen von Spektraltransformationen (Fourier-Reihe, Fourier-Transformation, Laplace-Transformation) zwar nützlich, aber keine Voraussetzung.
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden können Signale und lineare zeitinvariante (LTI) Systeme im Sinne der Signal- und Systemtheorie klassifizieren und beschreiben. Sie beherrschen die grundlegenden Integraltransformationen zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter deterministischer Signale und Systeme. Sie können deterministische Signale und Systeme in Zeit- und Bildbereich mathematisch beschreiben und analysieren. Sie verstehen elementare Operationen und Konzepte der Signalverarbeitung und können diese in Zeit- und Bildbereich beschreiben. Insbesondere verstehen Sie die mit dem Übergang vom zeitkontinuierlichen zum zeitdiskreten Signal bzw. System einhergehenden Effekte in Zeit- und Bildbereich. Die Studierenden kennen die Vorlesungs- und Übungsinhalte und können diese erläutern sowie auf neue Fragestellungen anwenden.
Fertigkeiten	Die Studierenden können deterministische Signale und lineare zeitinvariante Systeme mit den Methoden der Signal- und Systemtheorie beschreiben und analysieren. Sie können einfache Systeme hinsichtlich wichtiger Eigenschaften wie Betrags- und Phasenfrequenzgang, Stabilität, Linearität etc. analysieren und entwerfen. Sie können den Einfluß von LTI-Systemen auf die Signaleigenschaften in Zeit- und Frequenzbereich beurteilen.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden können fachspezifische Aufgaben gemeinsam bearbeiten.
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Informationen aus geeigneten Literaturquellen selbständig zu beschaffen und in den Kontext der Vorlesung zu setzen. Sie können ihren Wissensstand mit Hilfe vorlesungsbegleitender Maßnahmen (klausurnahe Aufgaben, Software-Tools, Clicker-System) kontinuierlich überprüfen und auf dieser Basis ihre Lernprozesse steuern.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Kernqualifikation: Pflicht Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Integrierte Gebäudetechnik: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronik: Kernqualifikation: Pflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0432: Signale und Systeme

Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe

Inhalt	• Einführung in die Signal- und Systemtheorie
	• Signale
	  ◦ Klassifikation von Signalen
	  ▪ Zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Signale
	  ▪ Analoge und digitale Signale
	  ▪ Deterministische und zufällige Signale
	  ◦ Beschreibung von LTI-Systemen durch Differentialgleichungen bzw. Differenzengleichungen
	  ◦ Grundlegende Eigenschaften von Signalen und grundlegende Operationen
	  ◦ Elementare Signale
	  ◦ Distributionen

	◦ Leistung und Energie von Signalen ◦ Korrelationsfunktionen deterministischer Signale ▪ Autokorrelationsfunktion ▪ Kreuzkorrelationsfunktion ▪ Orthogonale Signale ▪ Anwendungen der Korrelation • Lineare zeitinvariante Systeme (linear time-invariant (LTI) systems) ◦ Linearität ◦ Zeitinvarianz ◦ Beschreibung von LTI-Systemen durch Impulsantwort und Übertragungsfunktion ◦ Faltung ◦ Faltung und Korrelation ◦ Eigenschaften von LTI-Systemen ◦ Kausale Systeme ◦ Stabile Systeme ◦ Gedächtnislose Systeme • Fourier-Reihe und Fourier-Transformation ◦ Fourier-Transformation zeitkontinuierlicher, zeitdiskreter, periodischer und nicht-periodischer Signale ◦ Eigenschaften der Fourier-Transformation ◦ Fourier-Transformation einiger elementarer Signale ◦ Parsevalsches Theorem • Analyse von LTI-Systemen und Signalen im Frequenzbereich ◦ Übertragungsfunktion, Betragsfrequenzgang, Phasengang ◦ Übertragungsfaktor, Dämpfung, Gewinn ◦ Frequenzselektive und nicht-frequenzselektive LTI-Systeme ◦ Bandbreite-Definitionen ◦ Grundlegende Typen von Systemen (Filtern): Tiefpass, Hochpass, Bandpass, Bandsperre ◦ Phasenlaufzeit und Gruppenlaufzeit ◦ Linearphasige Systeme ◦ Verzerrungsfreie Systeme ◦ Spektralanalyse mit begrenztem Beobachtungsfenster: Leck-Effekt • Laplace-Transformation ◦ Zusammenhang von Fourier-Transformation und Laplace-Transformation ◦ Eigenschaften der Laplace-Transformation ◦ Laplace-Transformation einiger elementarer Signale • Analyse von LTI-Systemen im s-Bereich ◦ Übertragungsfunktion von LTI-Systemen ◦ Zusammenhang von Laplace-Transformation, Betragsfrequenzgang und Phasengang ◦ Analyse von LTI-Systemen mit Pol-Nullstellen-Diagrammen ◦ Allpass-Filter ◦ Minimalphasige, maximalphasige und gemischtphasige Filter ◦ Stabile Systeme • Abtastung ◦ Abtasttheorem ◦ Rekonstruktion des zeitkontinuierlichen Signals in Frequenz- und Zeitbereich ◦ Überabtastung ◦ Aliasing ◦ Abtastung mit Pulsen endlicher Dauer, Sample and Hold ◦ Dezimierung und Interpolation • Zeitdiskrete Fourier-Transformation (Discrete-Time Fourier Transform (DTFT)) ◦ Zusammenhang zwischen Fourier-Transformation und DTFT ◦ Eigenschaften der DTFT • Diskrete Fourier-Transformation (Discrete Fourier Transform (DFT)) ◦ Zusammenhang zwischen DTFT und DFT ◦ Zyklische Eigenschaften der DFT ◦ DFT-Matrix ◦ Zero-Padding ◦ Zyklische Faltung ◦ Schnelle Fourier-Transformation (Fast Fourier Transform (FFT)) ◦ Anwendung der DFT: Orthogonal Frequency Division Multiplex (OFDM) • Z-Transformation ◦ Zusammenhang zwischen Laplace-Transformation, DTFT, und z-Transformation ◦ Eigenschaften der z-Transformation ◦ Z-transform einiger elementarer zeitdiskreter Signale • Zeitdiskrete Systeme, Digitale Filter ◦ FIR und IIR Filter ◦ Z-Transformation digitaler Filter ◦ Analyse zeitdiskreter Systeme mit Pol-Nullstellen-Diagrammen im z-Bereich ◦ Stabilität ◦ Allpass-Filter ◦ Minimalphasige, maximalphasige und gemischtphasige Filter ◦ Linearphasige Filter
Literatur	• T. Frey , M. Bossert , Signal- und Systemtheorie, B.G. Teubner Verlag 2004

	• K. Kammeyer, K. Kroschel, Digitale Signalverarbeitung, Teubner Verlag. • B. Girod ,R. Rabensteiner , A. Stenger , Einführung in die Systemtheorie, B.G. Teubner, Stuttgart, 1997 • J.R. Ohm, H.D. Lüke , Signalübertragung, Springer-Verlag 8. Auflage, 2002 • S. Haykin, B. van Veen: Signals and systems. Wiley. • Oppenheim, A.S. Willsky: Signals and Systems. Pearson. • Oppenheim, R. W. Schafer: Discrete-time signal processing. Pearson.

Lehrveranstaltung L0433: Signale und Systeme	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Gerhard Bauch
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0634: Einführung in Medizintechnische Systeme

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Einführung in Medizintechnische Systeme (L0342)	Vorlesung	2	3
Einführung in Medizintechnische Systeme (L0343)	Projektseminar	2	2
Einführung in Medizintechnische Systeme (L1876)	Hörsaalübung	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Schlaefer
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen Mathematik (Algebra, Analysis) Grundlagen Stochastik Grundlagen Programmierung, R/Matlab
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden können Funktionsprinzipien ausgewählter medizintechnischer Systeme (beispielsweise bildgebende Systeme, Assistenzsysteme im OP, medizintechnische Informationssysteme) erklären. Sie können einen Überblick über regulatorische Rahmenbedingungen und Standards in der Medizintechnik geben.
Fertigkeiten	Die Studierenden sind in der Lage, die Funktion eines medizintechnischen Systems im Anwendungskontext zu bewerten.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden können in Gruppen ein medizintechnisches Thema als Projekt beschreiben, in Teilaufgaben untergliedern und gemeinsam bearbeiten. Die Studierenden können die Ergebnisse anderer Gruppen kritisch reflektieren und konstruktive Verbesserungsvorschläge unterbreiten.
Selbstständigkeit	Die Studierenden können ihren Wissensstand einschätzen und ihre Arbeitsergebnisse dokumentieren. Sie können die erzielten Ergebnisse kritisch bewerten und in geeigneter Weise präsentieren.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6

Studienleistung

Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
Ja	10 %	Schriftliche Ausarbeitung	
Ja	10 %	Referat	

Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht Computer Science: Vertiefung II. Mathematik und Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung II. Anwendung: Wahlpflicht Data Science: Kernqualifikation: Wahlpflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht General Engineering Science (7 Semester): Vertiefung Mediziningenieurwesen: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Vertiefung II. Mathematik & Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Medizintechnik: Pflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0342: Einführung in Medizintechnische Systeme	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	- Bildgebende Systeme - Assistenzsysteme im OP - Medizintechnische Sensorsysteme - Medizintechnische Informationssysteme - Regulatorische Rahmenbedingungen - Standards in der Medizintechnik Durch problembasiertes Lernen erfolgt die Vertiefung der Methoden aus der Vorlesung. Dies erfolgt in Form von Gruppenarbeit.
Literatur	Bernhard Priem, "Visual Computing for Medicine", 2014 Heinz Handels, "Medizinische Bildverarbeitung", 2009 (https://katalog.tub.tuhh.de/Record/745558097) Valery Tuchin, "Tissue Optics - Light Scattering Methods and Instruments for Medical Diagnosis", 2015 Olaf Drössel, "Biomedizinische Technik - Medizinische Bildgebung", 2014 H. Gross, "Handbook of Optical Systems", 2008 (https://katalog.tub.tuhh.de/Record/856571687) Wolfgang Drexler, "Optical Coherence Tomography", 2008 Kramme, "Medizintechnik", 2011 Thorsten M. Buzug, "Computed Tomography", 2008 Otmar Scherzer, "Handbook of Mathematical Methods in Imaging", 2015 Weishaupt, "Wie funktioniert MRI?", 2014 Paul Suetens, "Fundamentals of Medical Imaging", 2009 Vorlesungsunterlagen

Lehrveranstaltung L0343: Einführung in Medizintechnische Systeme	
Typ	Projektseminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1876: Einführung in Medizintechnische Systeme	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Alexander Schlaefer
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Fachmodule der Vertiefung III. Fachspezifische Fokussierung

Die beiden Technischen Ergänzungsfächer dienen der weiteren Vertiefung der im Wahlpflichtbereich gewählten Module.

Modul M1562: Technischer Ergänzungskurs I für CSBS

Lehrveranstaltungen	
Titel	**Typ** **SWS** **LP**
Modulverantwortlicher	Dozenten des SD E
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	
Fertigkeiten	
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	
Selbstständigkeit	
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
Leistungspunkte	6
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung III. Fachspezifische Fokussierung: Wahlpflicht

Modul M1568: Technischer Ergänzungskurs II für CSBS

Lehrveranstaltungen			
Titel	**Typ**	**SWS**	**LP**

Modulverantwortlicher	Dozenten des SD E
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	
Fertigkeiten	
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	
Selbstständigkeit	
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
Leistungspunkte	6
Zuordnung zu folgenden Curricula	Computer Science: Vertiefung III. Fachspezifische Fokussierung: Wahlpflicht

Thesis

Modul M1800: Bachelorarbeit im dualen Studium

Lehrveranstaltungen	
Titel	**Typ** **SWS** **LP**
Modulverantwortlicher	Professoren der TUHH
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die dual Studierenden ... • ... wählen zentrale fachtheoretische Grundlagen ihres Studienfaches (Fakten, Theorien, Methoden) problem- und anwendungsbezogen aus, stellen sie dar und diskutieren sie kritisch. • ... erschließen sich, ausgehend von ihrem fachlichen und berufspraktischen Grundlagenwissen, anlassbezogen auch weiterführendes fachliches und berufliches Wissen und verknüpfen beide Wissensbereiche miteinander. • ... stellen zu einem ausgewählten Thema bzw. zu einer ausgewählten betrieblichen Problemstellung ihres Faches den aktuellen Forschungsstand dar.
Fertigkeiten	Die dual Studierenden ... • ... beurteilen sowohl das am Lernort Universität vermittelte Grundwissen ihres Studienfachs als auch das am Lernort Betrieb vermittelte berufliche Wissen und setzen es zielgerichtet zur Lösung fachlicher und anwendungsbezogener Problem ein. • ... analysieren mithilfe der im Studium (inklusive Praxisphasen) erlernten Methoden Frage- und Problemstellungen, treffen sachlich begründete Entscheidungen und entwickeln anwendungsbezogene Lösungen. • ... beziehen zu den Ergebnissen ihrer eigenen Forschungsarbeit aus einer fach- und beruflichen Perspektive kritisch Stellung.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die dual Studierenden ... • ... stellen eine berufliche Problemstellung in Form einer wissenschaftlichen Fragestellung für ein Fachpublikum sowohl schriftlich als auch mündlich strukturiert, verständlich und sachlich richtig dar. • ... gehen in einer Fachdiskussion auf Fragen ein und beantworten diese in adressatengerechter Weise. Dabei vertreten sie eigene Einschätzungen und Standpunkte überzeugend.
Selbstständigkeit	Die dual Studierenden ... • ... strukturieren einen umfangreichen Arbeitsprozess zeitlich und bearbeiten eine Fragestellung selbstständig in vorgegebener Frist auf wissenschaftlichem Niveau. • ... identifizieren, erschließen und verknüpfen notwendiges Wissen und Material zur Bearbeitung eines wissenschaftlichen und anwendungsbezogenen Problems. • ... wenden die wesentlichen Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens in einer eigenen Forschungsarbeit zu einer betrieblichen Fragestellung an.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 360, Präsenzstudium 0
Leistungspunkte	12
Studienleistung	Keine
Prüfung	Abschlussarbeit
Prüfungsdauer und -umfang	laut ASPO
Zuordnung zu folgenden Curricula	Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Abschlussarbeit: Pflicht Bau- und Umweltingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Computer Science: Abschlussarbeit: Pflicht Data Science: Abschlussarbeit: Pflicht Elektrotechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Engineering Science: Abschlussarbeit: Pflicht Green Technologies: Energie, Wasser, Klima: Abschlussarbeit: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Maschinenbau: Abschlussarbeit: Pflicht Mechatronik: Abschlussarbeit: Pflicht Schiffbau: Abschlussarbeit: Pflicht Technomathematik: Abschlussarbeit: Pflicht Wirtschaftsingenieurwesen - Fachrichtung Logistik und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht