



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Bachelor

Master

Doktorat

Universitäts-
lehrgang

Studienplan (Curriculum)
für das
Masterstudium
Technische Informatik
E 066 938

Technische Universität Wien
Beschluss des Senats der Technischen Universität Wien
mit Wirksamkeit 26. Juni 2017

Gültig ab 1. Oktober 2017

Inhaltsverzeichnis

1. Grundlage und Geltungsbereich	3
2. Qualifikationsprofil	3
3. Dauer und Umfang	4
4. Zulassung zum Masterstudium	5
5. Aufbau des Studiums	6
6. Lehrveranstaltungen	12
7. Prüfungsordnung	12
8. Studierbarkeit und Mobilität	13
9. Diplomarbeit	14
10. Akademischer Grad	14
11. Qualitätsmanagement	14
12. Inkrafttreten	17
13. Übergangsbestimmungen	17
A. Modulbeschreibungen	18
B. Lehrveranstaltungstypen	46
C. Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen	47
D. Semesterempfehlung für schief einsteigende Studierende	48
E. Wahlfachkatalog „Transferable Skills“	49
F. Prüfungsfächer mit den zugeordneten Modulen und Lehrveranstaltungen	50
G. Innovation – Supplementary Curriculum	55

1. Grundlage und Geltungsbereich

Der vorliegende Studienplan definiert und regelt das ingenieurwissenschaftliche Masterstudium *Technische Informatik* an der Technischen Universität Wien. Es basiert auf dem Universitätsgesetz 2002 – UG (BGBl. I Nr. 120/2002) und den *Studienrechtlichen Bestimmungen* der Satzung der Technischen Universität Wien in der jeweils geltenden Fassung. Die Struktur und Ausgestaltung dieses Studiums orientieren sich am folgenden Qualifikationsprofil.

2. Qualifikationsprofil

Das Masterstudium *Technische Informatik* ist der forschungsgeleiteten Vertiefung jener Kenntnisse und Fertigkeiten gewidmet, wie sie aus dem Bachelorstudium Technische Informatik oder ähnlichen Studien vorausgesetzt werden können. Besonderes Augenmerk liegt auf der Integration von Informatik, Mathematik und Systemtheorie/Elektrotechnik, wobei der methodisch-wissenschaftliche Zugang aus der Computer Science-Perspektive erfolgt. Aufbauend auf fortgeschrittenen Grundlagen in Diskreter Mathematik, formalen Methoden sowie Algorithmen/Programmierung ist das MTI primär dem Rigorous Systems Engineering von zuverlässigen, hybriden und autonomen Cyber-Physical Systems gewidmet: System- und Fehlermodelle, stochastische und logische Grundlagen, Programmiersprachen und Algorithmen, Hardware/Software-Architekturen, Analyse von Parallelität und Echtzeit-Verhalten, Korrektheitsbeweise und formale Verifikation bis hin zu Model-based Design/Testing und Synthese. Diese Inhalte werden, aufbauend auf einigen wenigen zentralen Grundlagenfächern, hauptsächlich durch die freie Wahl von mindestens 3 aus 6 *Schlüsselbereichen* (SB) der Technischen Informatik vermittelt.

- Automation
- Computer-Aided Verification
- Cyber-Physical Systems
- Dependable Distributed Systems
- Digital Circuits and Systems
- Digital Signal Processing and Communication

Jeder Schlüsselbereich besteht aus einem als „Gatekeeper“ agierenden Pflicht-Modul und einem Wahlfach-Modul, aus dem thematisch relevante Lehrveranstaltungen frei gewählt werden können; gegebenenfalls kommen noch entsprechende Auflagen für die Studienzulassung dazu.

Das Masterstudium *Technische Informatik* macht seine Absolventinnen und Absolventen somit sowohl für die Höherqualifizierung im Rahmen eines facheinschlägigen Doktoratsstudiums als auch für die Tätigkeit in beispielsweise folgenden Bereichen international konkurrenzfähig:

- Wissenschaftliche und industrielle Forschung

- Systemanalyse, Entwurf und Validierung von zuverlässigen, hybriden und autonomen Cyber-Physical Systems

Aufgrund der beruflichen Anforderungen werden im Masterstudium *Technische Informatik* Qualifikationen hinsichtlich folgender Kategorien vermittelt.

Fachliche und methodische Kompetenzen

- Vertiefende mathematische Grundlagen und Methoden (Diskrete Mathematik)
- Vertiefende Grundlagen, Konzepte und Methoden in Kerngebieten der Informatik (Formale Methoden, Algorithmen/Programmierung)
- Vertiefende Grundlagen, Konzepte und Methoden in den gewählten Schlüsselbereichen
- Vertiefende Grundlagen und Methoden in ausgewählten Gebieten anderer technischer Wissenschaften

Kognitive und praktische Kompetenzen

- Wissenschaftlich fundierte Systemanalyse
- Integrative Sichtweise
- Wahl geeigneter wissenschaftlicher Methoden zur Modellbildung und Abstraktion, Lösungsfindung und Evaluation
- Inkrementelle Erweiterung existierender formal-mathematischer Grundlagen und Methoden zur Modellbildung, Lösungsfindung und Evaluation
- Umfassende und präzise schriftliche Dokumentation von Lösungen und deren kritischer Evaluation im einem interdisziplinären Umfeld, sowie Fähigkeit zur überzeugenden Präsentation

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen

- Kreativität und Innovationskompetenz
- Neugierde, Eigeninitiative, Ausdauer, Flexibilität
- Selbstorganisation und Eigenverantwortlichkeit
- Teamfähigkeit
- Verantwortungsvoller Umgang mit Menschen, beruflichen und sozialen Gruppen in allen Tätigkeiten

3. Dauer und Umfang

Der Arbeitsaufwand für das Masterstudium *Technische Informatik* beträgt 120 ECTS-Punkte. Dies entspricht einer vorgesehenen Studiendauer von 4 Semestern als Vollzeitstudium.

ECTS-Punkte (ECTS) sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden. Ein Studienjahr umfasst 60 ECTS-Punkte.

4. Zulassung zum Masterstudium

Die Zulassung zum Masterstudium *Technische Informatik* setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums bzw. Fachhochschul-Bachelorstudienganges oder eines anderen gleichwertigen Studiums an einer anerkannten in- oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus.

Wenn die Gleichwertigkeit grundsätzlich gegeben ist und nur einzelne Ergänzungen auf die volle Gleichwertigkeit fehlen, können zur Erlangung der vollen Gleichwertigkeit zusätzliche Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Ausmaß von maximal 30 ECTS-Punkten vorgeschrieben werden, die im Laufe des Masterstudiums zu absolvieren sind. Sie können im Modul *Freie Wahlfächer und Transferable Skills* verwendet werden.

Personen, deren Muttersprache nicht Deutsch ist, haben die Kenntnis der deutschen Sprache nachzuweisen. Für einen erfolgreichen Studienfortgang werden Deutschkenntnisse nach Referenzniveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen empfohlen.

In einzelnen Lehrveranstaltungen kann der Vortrag in englischer Sprache stattfinden bzw. können die Unterlagen in englischer Sprache vorliegen. Daher werden Englischkenntnisse auf Referenzniveau B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen empfohlen.

Studierende müssen für die Zulassung nachweisen, dass sie in den bereits absolvierten Vorstudien Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen erworben haben, die jenen entsprechen, die in den Modulen

Algebra und Diskrete Mathematik

Analysis

Wahrscheinlichkeitstheorie und Stochastische Prozesse

Algorithmen und Datenstrukturen

Theoretische Informatik und Logik

Microcontroller

Betriebssysteme und Computernetzwerke oder *Betriebssysteme*

des Bachelorstudiums *Technische Informatik* vermittelt werden. Weiters sind als Voraussetzung für einige der individuell wählbaren Schlüsselbereiche Qualifikationen äquivalent zu folgenden Modulen nachzuweisen:

- Automation: *Dezentrale Automation*
- Digital Circuits and Systems: *Digital Design*
- Digital Signal Processing and Communication: *Signale und Systeme*

Die Anwendung dieser Voraussetzungen auf fachlich in Frage kommende Bachelorstudien an der Technischen Universität Wien ergibt folgende Auflagen, die (teilweise die geeignete Wahl von Wahlveranstaltungen vorausgesetzt) insgesamt jeweils nicht mehr als 30 ECTS ausmachen:

- Bachelorstudium *Technische Informatik*: Keine Auflagen.

- Bachelorstudium *Software & Information Engineering: Microcontroller* sowie je nach beabsichtigten Schlüsselbereichen *Digital Design, Signale und Systeme* bzw. *Dezentrale Automation*
- Bachelorstudien *Medizinische Informatik* und *Medieninformatik und Visual Computing: Microcontroller* und *Betriebssysteme* sowie je nach beabsichtigten Schlüsselbereichen *Digital Design, Signale und Systeme* bzw. *Dezentrale Automation*
- Bachelor *Elektrotechnik: Algorithmen und Datenstrukturen, Theoretische Informatik und Logik* und *Betriebssysteme*
- Bachelor *Technische Mathematik: Algorithmen und Datenstrukturen, Theoretische Informatik und Logik, Microcontroller* und *Betriebssysteme* sowie je nach beabsichtigten Schlüsselbereichen *Digital Design, Signale und Systeme* bzw. *Dezentrale Automation*

5. Aufbau des Studiums

Die Inhalte und Qualifikationen des Studiums werden durch *Module* vermittelt. Ein Modul ist eine Lehr- und Lerneinheit, welche durch Eingangs- und Ausgangsqualifikationen, Inhalt, Lehr- und Lernformen, den Regelarbeitsaufwand sowie die Leistungsbeurteilung gekennzeichnet ist. Die Absolvierung von Modulen erfolgt in Form einzelner oder mehrerer inhaltlich zusammenhängender *Lehrveranstaltungen*. Thematisch ähnliche Module werden zu *Prüfungsfächern* zusammengefasst, deren Bezeichnung samt Umfang und Gesamtnote auf dem Abschlusszeugnis ausgewiesen wird.

Prüfungsfächer und zugehörige Module

Das Masterstudium *Technische Informatik* gliedert sich in nachstehende Prüfungsfächer mit den ihnen zugeordneten Modulen. Neben den Pflichtmodulen sind mindestens 3 Schlüsselbereiche (SB) zu wählen, deren in den entsprechenden Prüfungsfächern zuerst angeführte *Gatekeeper-Module* auf jeden Fall zu absolvieren sind. Wahlfächer können beliebig aus den Wahl-Modulen (mit * gekennzeichnet) der gewählten Schlüsselbereiche sowie aus den Modulen

*Wahlmodul Mathematics and Theoretical Computer Science

*Wahlmodul Algorithms and Programming

*Wahlmodul Verbreiterung

gewählt werden, sodass zusammen mit der Diplomarbeit und den *freien Wahlfächern und Transferable Skills* mindestens 120 ECTS erreicht werden. Allerdings müssen in den Wahl-Modulen enthaltene zusammengehörende VO+UE/LU gemeinsam gewählt werden; Seminare, Praktika und Projektarbeiten können höchstens einmal gewählt werden. Wahlfächer aus Wahl-Modulen von Schlüsselbereichen, deren Gatekeeper-Modul nicht positiv absolviert wurde, können für den Studienabschluss nicht verwendet werden.

Mathematics and Theoretical Computer Science

Discrete Mathematics (9 ECTS)

Formal Methods in Computer Science (9,0 ECTS)

*Wahlmodul Mathematics and Theoretical Computer Science

Algorithms and Programming

Advanced Multiprocessor Programming (4,5 ECTS)

*Wahlmodul Algorithms and Programming

Dependable Distributed Systems (SB)

Verteilte Algorithmen (6 ECTS)

*Wahlmodul Dependable Distributed Systems

Digital Circuits and Systems (SB)

Advanced Digital Design and Computer Architecture (9 ECTS)

*Wahlmodul Digital Circuits and Systems

Digital Signal Processing and Communication (SB)

Signal Processing (9 ECTS)

*Wahlmodul Digital Signal Processing and Communication

Computer-Aided Verification (SB)

Computer-Aided Verification (6 ECTS)

*Wahlmodul Computer-Aided Verification

Cyber-Physical Systems (SB)

Stochastic Foundations of Cyber-Physical Systems (6 ECTS)

*Wahlmodul Cyber-Physical Systems

Automation (SB)

Information Technology in Automation (6 ECTS)

*Wahlmodul Automation

Verbreiterung

*Wahlmodul Verbreiterung

Freie Wahlfächer und Transferable Skills

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (9,0 ECTS)

Diplomarbeit

Siehe Abschnitt 9.

Ergänzungsstudium „Innovation“

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Prüfungsfächern im Umfang von 120 ECTS kann das englischsprachige Prüfungsfach *Innovation* im Umfang von 30 ECTS absolviert werden. In diesem Fall wird es ebenfalls auf dem Abschlusszeugnis ausgewiesen.

Innovation

Innovation and Creativity (6 ECTS)

Innovation Planning (6 ECTS)

Innovation Implementation (6 ECTS)

Innovation Practice (12 ECTS)

Die Module des Prüfungsfaches *Innovation* vermitteln Zusatzqualifikationen in Bereichen wie Firmengründung, Innovationsmanagement und Forschungstransfer. Aufgrund der beschränkten Teilnehmerzahl erfolgt die Vergabe der Plätze nach einem gesonderten Auswahlverfahren. Details sind dem Studienplan des Ergänzungsstudiums *Innovation* in Anhang G sowie den Modulbeschreibungen zu entnehmen.

Kurzbeschreibung der Module

Dieser Abschnitt charakterisiert die Module des Masterstudiums *Technische Informatik* in Kürze. Eine ausführliche Beschreibung ist in Anhang A zu finden.

Advanced Digital Design and Computer Architecture (9 ECTS) This module conveys knowledge and abilities for solving demanding and complex problems in digital design and computer architectures. This module will enable students to grasp concepts and solid understanding of advanced digital design and computer design tradeoffs and cutting-edge research in these areas. Special focus will be put on circuit architectures that defy a traditional globally synchronous solution, as well as on building the foundational concepts and technologies for advanced computer architectures with specific features regarding their performance and energy efficiency.

Advanced Multiprocessor Programming (4,5 ECTS) Dieses Modul bietet eine Einführung in die Theorie und in die Programmierung von Shared-Memory Multiprozessorsystemen. Es vermittelt ein tiefgehendes Verständnis von Speichermodellen, grundlegenden Synchronisations- und Koordinationsproblemen und Task Scheduling sowie deren Einschränkungen, und eine Übersicht über die wichtigsten Arten von parallelen

Datenstrukturen und Algorithmen. Durch ein begleitendes Programmierprojekt werden die vermittelten Grundlagenkenntnisse von lock-free Algorithmen für die wichtigsten shared-memory Datenstrukturen vertieft und praxisrelevant ergänzt.

Computer-Aided Verification (6 ECTS) This course is an advanced introduction to computer-aided verification with an emphasis on model checking. Starting our from theoretical foundations and algorithms presented in the lecture, particular emphasis is put on applying model-checking techniques to practical applications, including novel ones.

Discrete Mathematics (9 ECTS) This course is an advanced introduction to discrete mathematical methods and algorithms which are useful in computer science. It covers central aspects of combinatorics, graph theory, applied number theory and algebra.

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (9,0 ECTS) Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

Formal Methods in Computer Science (9,0 ECTS) This module is an advanced introduction to formal methods in computer science. It covers central aspects of computability, decision procedures, program semantics, and automated verification.

Information Technology in Automation (6 ECTS) Das Zusammenspiel von Ubiquitous Computing, Internet of Things and Services sowie Cloud Computing eröffnet neue Anwendungsfelder und -möglichkeiten für die Automatisierungstechnik, bringt aber auch quantitativ und qualitativ neue Herausforderungen hinsichtlich ihrer Integration in eine einheitliche Gesamtarchitektur. Den Studierenden soll im Rahmen des Moduls ein tiefgreifendes Verständnis zu den Themen vertikale und horizontale Integration im automatisierungstechnischen Umfeld vermittelt werden.

Innovation and Creativity (6 ECTS) This is the first module out of four of the supplementary curriculum on innovation. As such it represents the entry point to the innovation modules. Students should have interest in innovation, and prove their excellent progress in their bachelor and master studies. At the end of this module they should know the basic concepts of innovation as well as the respective creativity techniques. The module contains subjects such as innovation theory and management, and focuses on the importance of innovation for businesses and society. It will also introduce creativity techniques and ways to explicitly formulate business ideas.

Innovation Implementation (6 ECTS) This is the third module out of four of the supplementary curriculum on innovation. It focuses on the implementation of innovations. It comprises practical aspects such as legal, financial, and social issues, which are complementary to and often critical for the innovation process.

Innovation Planning (6 ECTS) This is the second module out of four of the supplementary curriculum on innovation. Students will learn to formulate business plans, as well as to discuss selected innovation cases.

Innovation Practice (12 ECTS) This is the fourth and last module of the supplementary curriculum on innovation. Within a project, students will work on a concrete innovation task.

Signal Processing (9 ECTS) Das Modul vermittelt grundlegendes Wissen über Theorie und Methoden der digitalen Signalverarbeitung in deterministischen und stochastischen Systemmodellen der Nachrichtentechnik und Elektrotechnik. Es kombiniert eine fundierte Einführung in lineare Operatoren im Hilbertraum, Transformationen und Unterraumtechniken sowie deren Anwendung in der Verarbeitung deterministischer Signale mit einer fortgeschrittenen Einführung in die Theorie, mathematische Beschreibung und elementare Verarbeitung von Zufallsvariablen, Zufallsvektoren und Zufallssignalen (stochastischen Prozessen). Durch begleitende Übungen wird die mathematische Durchdringung der Grundlagen und Methoden der Verarbeitung deterministischer und stochastischer Signale sichergestellt und Grundfertigkeiten im Design und der Analyse geeigneter Verfahren in verschiedenen Anwendungsgebieten vermittelt.

Stochastic Foundations of Cyber-Physical Systems (6 ECTS) This module is an advanced introduction to the stochastic foundations of cyber-physical systems (CPS), that is, of physical or biological systems whose operation is integrated, monitored, and controlled by a computational core. Students will be introduced to automated tools and techniques for learning CPS models, estimating their internal states, and optimally controlling their behaviour. The complexity and correctness of these tools and techniques are analyzed and deepened through accompanying exercises.

Verteilte Algorithmen (6 ECTS) Dieses Modul bietet eine Einführung in verteilte Algorithmen und deren formal-mathematische Analyse. Neben der generellen Weiterentwicklung formal-mathematischer Fertigkeiten soll es den Absolventen erlauben, Modelle, Probleme, Algorithmen und Korrektheitsbeweise im Bereich Distributed Computing zu verstehen, existierende Lower-Bounds und Impossibility-Resultate in neuen Situationen anzuwenden, neue verteilte Algorithmen für spezielle Problemstellungen zu entwickeln und deren Korrektheit zu beweisen, und neue Lower-Bounds und Impossibility-Resultate zu finden. Durch intensive begleitende Übungsbeispiele und regelmäßige Tests wird eine kontinuierliche Beschäftigung mit dem in der Vorlesung vorgestellten Stoff sichergestellt.

Wahlmodul Algorithms and Programming Dieses Modul enthält Lehrveranstaltungen, die der Verbreiterung und Vertiefung dieser wesentlichen Grundlagen für die Technische Informatik dienen und von den Studierenden für das entsprechende Prüfungsfach gewählt werden können. Die Wahl ist frei, allerdings müssen enthaltene VO+UE/LU gemeinsam gewählt werden.

Wahlmodul Automation Der Schlüsselbereich Automation vermittelt die Kompetenz, vernetzte Steuerungssysteme aufzubauen und hierarchisch Informationen auszutauschen, um automatisierungstechnische Anlagen kontrollieren und überwachen zu können. Die Lehrveranstaltungen des Schlüsselbereichs reichen von der Sensorik und Aktuatorik auf der untersten Maschinenebene bis hin zur Integration einzelner Komponenten durch standardisierte informationstechnische Schnittstellen. Dieses Wahlmodul enthält Lehrveranstaltungen, die der Vertiefung dieses Schlüsselbereichs dienen und von den Studierenden

für das entsprechende Prüfungsfach gewählt werden können, sofern das entsprechende Gatekeeper-Modul absolviert wird. Die Wahl ist frei, allerdings müssen zusammengehörige VO+UE/LU gemeinsam gewählt werden.

Wahlmodul Computer-Aided Verification Der Schlüsselbereich Computer-Aided Verification befasst sich mit Methoden, Algorithmen und Entwicklungswerkzeugen für die automatische Analyse und Verifikation von Systemen und der automatisierten Überprüfung von Eigenschaften wie Zuverlässigkeit und Programmtermination. Konkrete Inhalte sind unter anderem die Synthese von Programmen aus Spezifikationen („correctness by construction“) und automatische Verfahren zum Auffinden von Softwarefehlern. Dieses Wahlmodul enthält Lehrveranstaltungen, die der Vertiefung dieses Schlüsselbereichs dienen und von den Studierenden für das entsprechende Prüfungsfach gewählt werden können, sofern das entsprechende Gatekeeper-Modul absolviert wird. Die Wahl ist frei, allerdings müssen zusammengehörige VO+UE/LU gemeinsam gewählt werden.

Wahlmodul Cyber-Physical Systems Der Schlüsselbereich Cyber-Physical Systems vermittelt Kenntnisse und Fertigkeiten in Theorie, Modellierung, Design und Analyse von eingebetteten Computersystemen, die das Herzstück des Internet-of-Things bilden. Besondere Schwerpunkte liegen in den Bereichen Stochastic and Hybrid Systems, Control Theory, Autonomous Systems und Real-Time Systems. Dieses Wahlmodul enthält Lehrveranstaltungen, die der Vertiefung dieses Schlüsselbereichs dienen und von den Studierenden für das entsprechende Prüfungsfach gewählt werden können, sofern das entsprechende Gatekeeper-Modul absolviert wird. Die Wahl ist frei, allerdings müssen zusammengehörige VO+UE/LU gemeinsam gewählt werden.

Wahlmodul Dependable Distributed Systems Der Schlüsselbereich Dependable Distributed Systems vermittelt Kenntnisse in der Theorie und in den konzeptuellen Grundlagen verteilter Systemen, mit speziellem Fokus auf Dependability (Fehlertoleranz, Safety, Security), sowie Fertigkeiten in der Spezifikation, Modellierung, Analyse und im Design derartiger Systeme. Dieses Wahlmodul enthält Lehrveranstaltungen, die der Vertiefung dieses Schlüsselbereichs dienen und von den Studierenden für das entsprechende Prüfungsfach gewählt werden können, sofern das entsprechende Gatekeeper-Modul absolviert wird. Die Wahl ist frei, allerdings müssen zusammengehörige VO+UE/LU gemeinsam gewählt werden.

Wahlmodul Digital Circuits and Systems Der Schlüsselbereich Digital Circuits and Systems vermittelt theoretische/methodische Kenntnisse sowie praktische Fertigkeiten in der Modellierung, dem Design und der Analyse moderner digitaler Hardware und HW/SW-Interfaces. Das Spektrum der Lehrveranstaltungen des Schlüsselbereichs reicht von Timing-Paradigmen und asynchronem Design über Low-Power/Energy-efficient Design bis hin zu Strategien der Optimierung durch Methoden des HW/SW Codesign. Dieses Wahlmodul enthält Lehrveranstaltungen, die der Vertiefung dieses Schlüsselbereichs dienen und von den Studierenden für das entsprechende Prüfungsfach gewählt werden können, sofern das entsprechende Gatekeeper-Modul absolviert wird. Die Wahl ist frei, allerdings müssen zusammengehörige VO+UE/LU gemeinsam gewählt werden.

Wahlmodul Digital Signal Processing and Communication Der Schlüsselbereich

Digital Signal Processing and Communication vermittelt Kenntnisse in der Theorie und im Engineering signalverarbeitender Systeme, mit speziellem Fokus auf Kommunikationssysteme, sowie solide Fertigkeiten in deren Modellierung, Analyse und Design. Dieses Wahlmodul enthält Lehrveranstaltungen, die der Vertiefung dieses Schlüsselbereichs dienen und von den Studierenden für das entsprechende Prüfungsfach gewählt werden können, sofern das entsprechende Gatekeeper-Modul absolviert wird. Die Wahl ist frei, allerdings müssen zusammengehörige VO+UE/LU gemeinsam gewählt werden.

Wahlmodul Mathematics and Theoretical Computer Science Dieses Modul enthält Lehrveranstaltungen, die der Verbreiterung und Vertiefung dieser wesentlichen Grundlagen für die Technische Informatik dienen und von den Studierenden für das entsprechende Prüfungsfach gewählt werden können. Die Wahl ist frei, allerdings müssen enthaltene VO+UE/LU gemeinsam gewählt werden.

Wahlmodul Verbreiterung Dieses Modul enthält Lehrveranstaltungen, die der Verbreiterung in relevanten Teilgebieten der Technische Informatik dienen und thematisch nicht in die spezifischen Wahlmodule passen. Sie können von den Studierenden für das Prüfungsfach *Verbreiterung/Vertiefung* frei gewählt werden, allerdings müssen enthaltene VO+UE/LU gemeinsam gewählt werden.

6. Lehrveranstaltungen

Die Stoffgebiete der Module werden durch Lehrveranstaltungen vermittelt. Die Lehrveranstaltungen der einzelnen Module sind in Anhang A in den jeweiligen Modulbeschreibungen spezifiziert. Lehrveranstaltungen werden durch Prüfungen im Sinne des UG beurteilt. Die Arten der Lehrveranstaltungsbeurteilungen sind in der Prüfungsordnung (Abschnitt 7) festgelegt.

Änderungen an den Lehrveranstaltungen eines Moduls werden in der Evidenz der Module dokumentiert, mit Übergangsbestimmungen versehen und im Mitteilungsblatt der Technischen Universität Wien veröffentlicht. Die aktuell gültige Evidenz der Module liegt im Dekanat der Fakultät für Informatik auf.

Zeugnisse können nicht für den Studienabschluss verwendet werden, wenn diese bereits zur Erreichung jenes Studienabschlusses verwendet wurden, der Voraussetzung für die Zulassung zum Masterstudium ist. Eine absolvierte Lehrveranstaltung sowie äquivalente Lehrveranstaltungen können für den Abschluss des Masterstudiums nur einmal herangezogen werden.

7. Prüfungsordnung

Den Abschluss des Masterstudiums bildet die Diplomprüfung. Sie beinhaltet

- (a) die erfolgreiche Absolvierung aller im Studienplan vorgeschriebenen Module, wobei ein Modul als positiv absolviert gilt, wenn die ihm gemäß Modulbeschreibung zuzurechnenden Lehrveranstaltungen positiv absolviert wurden,

- (b) die Abfassung einer positiv beurteilten Diplomarbeit,
- (c) die Erstellung eines Posters über die Diplomarbeit, das der Technischen Universität Wien zur nicht ausschließlichen Verwendung zur Verfügung zu stellen ist, und
- (d) eine kommissionelle Abschlussprüfung. Diese erfolgt mündlich vor einem Prüfungssenat gem. § 12 und § 19 der *Studienrechtlichen Bestimmungen* der Satzung der Technischen Universität Wien und dient der Präsentation und Verteidigung der Diplomarbeit und dem Nachweis der Beherrschung des wissenschaftlichen Umfeldes. Dabei ist vor allem auf Verständnis und Überblickswissen Bedacht zu nehmen. Die Anmeldevoraussetzungen zur kommissionellen Abschlussprüfung gem. § 18 (1) der *Studienrechtlichen Bestimmungen* der Satzung der Technischen Universität Wien sind erfüllt, wenn die Punkte (a) und (b) erbracht sind.

Das Abschlusszeugnis beinhaltet

- (a) die Prüfungsfächer mit ihrem jeweiligen Umfang in ECTS-Punkten und ihren Noten,
- (b) das Thema der Diplomarbeit,
- (c) die Note des Prüfungsfaches Diplomarbeit und
- (d) eine auf den unter (a) und (c) angeführten Noten basierenden Gesamtbeurteilung gemäß UG § 73 (3) in der Fassung vom 26. Juni 2017 sowie die Gesamtnote.

Die Note eines Prüfungsfaches ergibt sich durch Mittelung der Noten jener Lehrveranstaltungen, die dem Prüfungsfach über die darin enthaltenen Module zuzuordnen sind, wobei die Noten mit dem ECTS-Umfang der Lehrveranstaltungen gewichtet werden. Bei einem Nachkommateil kleiner gleich 0,5 wird abgerundet, andernfalls wird aufgerundet. Die Gesamtnote ergibt sich analog zu den Prüfungsfachnoten durch gewichtete Mittelung der Noten aller dem Studium zuzuordnenden Lehrveranstaltungen sowie der Noten der Diplomarbeit und der Abschlussprüfung.

Lehrveranstaltungen des Typs VO (Vorlesung) werden aufgrund einer abschließenden mündlichen und/oder schriftlichen Prüfung beurteilt. Alle anderen Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter, d.h., die Beurteilung erfolgt laufend durch eine begleitende Erfolgskontrolle sowie optional durch eine zusätzliche abschließende Teilprüfung.

Der positive Erfolg von Prüfungen ist mit „sehr gut“ (1), „gut“ (2), „befriedigend“ (3) oder „genügend“ (4), der negative Erfolg ist mit „nicht genügend“ (5) zu beurteilen.

8. Studierbarkeit und Mobilität

Studierende des Masterstudiums *Technische Informatik* sollen ihr Studium mit angemessenem Aufwand in der dafür vorgesehenen Zeit abschließen können.

Den Studierenden wird empfohlen, ihr Studium nach dem Semestervorschlag in Anhang C zu absolvieren. Studierenden, die ihr Studium im Sommersemester beginnen, wird empfohlen, ihr Studium nach der Semesterempfehlung in Anhang D zu absolvieren.

Die Anerkennung von im Ausland absolvierten Studienleistungen erfolgt durch das zuständige studienrechtliche Organ. Zur Erleichterung der Mobilität stehen die in § 27 Abs. 1 bis 3 der *Studienrechtlichen Bestimmungen* der Satzung der Technischen Universität Wien angeführten Möglichkeiten zur Verfügung. Diese Bestimmungen können in Einzelfällen auch zur Verbesserung der Studierbarkeit eingesetzt werden.

Lehrveranstaltungen, für die ressourcenbedingte Teilnahmebeschränkungen gelten, sind in der Beschreibung des jeweiligen Moduls entsprechend gekennzeichnet, wo auch die Anzahl der verfügbaren Plätze und das Verfahren zur Vergabe dieser Plätze festgelegt ist. Die Lehrveranstaltungsleiterinnen und Lehrveranstaltungsleiter sind berechtigt, für ihre Lehrveranstaltungen Ausnahmen von der Teilnahmebeschränkung zuzulassen.

9. Diplomarbeit

Die Diplomarbeit ist eine wissenschaftliche Arbeit, die dem Nachweis der Befähigung dient, ein wissenschaftliches Thema selbstständig inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten. Das Prüfungsfach *Diplomarbeit*, bestehend aus der wissenschaftlichen Arbeit und der kommissionellen Gesamtprüfung, wird mit 30 ECTS-Punkten bewertet, wobei der kommissionellen Gesamtprüfung 3 ECTS zugemessen werden. Das Thema der Diplomarbeit ist von der oder dem Studierenden frei wählbar und muss im Einklang mit dem Qualifikationsprofil stehen.

10. Akademischer Grad

Den Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums *Technische Informatik* wird der akademische Grad „Diplom-Ingenieur“/„Diplom-Ingenieurin“ – abgekürzt „Dipl.-Ing.“ oder „DI“ (international vergleichbar mit „Master of Science“) – verliehen.

11. Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement des Masterstudiums *Technische Informatik* gewährleistet, dass das Studium in Bezug auf die studienbezogenen Qualitätsziele der TU Wien konsistent konzipiert ist und effizient und effektiv abgewickelt sowie regelmäßig überprüft wird. Das Qualitätsmanagement des Studiums erfolgt entsprechend des Plan-Do-Check-Act Modells nach standardisierten Prozessen und ist zielgruppenorientiert gestaltet. Die Zielgruppen des Qualitätsmanagements sind universitätsintern die Studierenden und die Lehrenden sowie extern die Gesellschaft, die Wirtschaft und die Verwaltung, einschließlich des Arbeitsmarktes für die Studienabgänger_innen.

In Anbetracht der definierten Zielgruppen werden sechs Ziele für die Qualität der Studien an der TU Wien festgelegt: (1) In Hinblick auf die Qualität und auf die Aktualität des Studienplans ist die Relevanz des Qualifikationsprofils für die Gesellschaft und den Arbeitsmarkt gewährleistet. In Hinblick auf die Qualität der inhaltlichen Umsetzung des Studienplans sind (2) die Lernergebnisse in den Modulen des Studienplans geeignet gestaltet um das Qualifikationsprofil umzusetzen, (3) die Lernaktivitäten und -methoden geeignet gewählt um die Lernergebnisse zu erreichen und (4) die Leistungsnachweise geeignet um die Erreichung der Lernergebnisse zu überprüfen. (5) In Hinblick auf die Studierbarkeit der Studienpläne sind die Rahmenbedingungen gegeben um diese zu gewährleisten. (6) In Hinblick auf die Lehrbarkeit verfügt das Lehrpersonal über fachliche und zeitliche Ressourcen um qualitätsvolle Lehre zu gewährleisten.

Um die Qualität der Studien zu gewährleisten, werden der Fortschritt bei Planung, Entwicklung und Sicherung aller sechs Qualitätsziele getrennt erhoben und publiziert. Die Qualitätssicherung überprüft die Erreichung der sechs Qualitätsziele. Zur Messung des ersten und zweiten Qualitätszieles wird von der Studienkommission zumindest einmal pro Funktionsperiode eine Überprüfung des Qualifikationsprofils und der Modulbeschreibungen vorgenommen. Zur Überprüfung der Qualitätsziele zwei bis fünf liefert die laufende Bewertung durch Studierende, ebenso wie individuelle Rückmeldungen zum Studienbetrieb an das Studienrechtliche Organ, laufend ein Gesamtbild über die Abwicklung des Studienplans. Die laufende Überprüfung dient auch der Identifikation kritischer Lehrveranstaltungen, für welche in Abstimmung zwischen Studienrechtlichem Organ, Studienkommission und Lehrveranstaltungsleiterinnen und -leitern geeignete Anpassungsmaßnahmen abgeleitet und umgesetzt werden. Das sechste Qualitätsziel wird durch qualitätssichernde Instrumente im Personalbereich abgedeckt. Zusätzlich zur internen Qualitätssicherung wird alle sieben Jahre eine externe Evaluierung der Studien vorgenommen.

Die für die Abwicklung des Studiums zur Verfügung stehenden Labors und Ressourcen sind für eine maximale Anzahl von 30 Studienanfängerinnen und -anfängern pro Studienjahr ausgelegt, mit einem erwarteten Drop-Out von 33%.

Die angebotenen Wahlpflicht-Module erlauben die Vertiefung und/oder Verbreiterung in einem für die Technische Informatik relevanten Gebiet. Aufgenommene Lehrveranstaltungen müssen folgenden Kriterien genügen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechen Pflichtlehrveranstaltungen.
- Lehrveranstaltungen ohne Übungsanteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen.
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise.
- Thema passend zum Qualifikationsprofil des Masterstudiums *Technische Informatik*.
- Inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahlllehrveranstaltungen.

Darüber hinaus müssen vertiefende Lehrveranstaltungen spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bachelor-Abschlussniveau voraussetzen, während verbreiternde Lehrveranstaltungen Pflicht- oder Wahlpflichtlehrveranstaltung in einem regulären Masterstudium der Technischen Universität Wien sein müssen.

Jedes Modul besitzt eine Modulverantwortliche oder einen Modulverantwortlichen. Diese Person ist für die inhaltliche Kohärenz und die Qualität der dem Modul zugeordneten Lehrveranstaltungen verantwortlich. Diese wird insbesondere durch zyklische Kontrollen, inhaltliche Feinabstimmung mit vorausgehenden und nachfolgenden Modulen sowie durch Vergleich mit analogen Lehrveranstaltungen bzw. Modulen anderer Universitäten im In- und Ausland sichergestellt.

Lehrveranstaltungskapazitäten

Für die verschiedenen Typen von Lehrveranstaltungen (siehe Anhang B) dienen die folgenden Gruppengrößen als Richtwert:

Lehrveranstaltungstyp	Gruppengröße	
	je Leiter(in)	je Tutor(in)
VO	100	
UE mit Tutor(inn)en	30	15
UE	15	
LU mit Tutor(inn)en	20	8
LU	8	
EX, PR, SE	10	

Für Lehrveranstaltungen des Typs VU werden für den Vorlesungs- bzw. Übungsteil die Gruppengrößen für VO bzw. UE herangezogen. Die Beauftragung der Lehrenden erfolgt entsprechend der tatsächlichen Abhaltung.

Lehrveranstaltungen mit ressourcenbedingten Teilnahmebeschränkungen sind in der Beschreibung des jeweiligen Moduls entsprechend gekennzeichnet; weiters sind dort die Anzahl der verfügbaren Plätze und das Verfahren zur Vergabe dieser Plätze festgelegt. Die Lehrveranstaltungsleiterinnen und Lehrveranstaltungsleiter sind berechtigt, mehr Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu einer Lehrveranstaltung zulassen als nach Teilnahmebeschränkungen oder Gruppengrößen vorgesehen, sofern dadurch die Qualität der Lehre nicht beeinträchtigt wird.

Kommt es in einer Lehrveranstaltung ohne explizit geregelte Platzvergabe zu einem unvorhergesehenen Andrang, kann die Lehrveranstaltungsleitung in Absprache mit dem studienrechtlichen Organ Teilnahmebeschränkungen vornehmen und die Vergabe der Plätze nach folgenden Kriterien (mit absteigender Priorität) regeln.

- Es werden jene Studierenden bevorzugt aufgenommen, die die formalen und inhaltlichen Voraussetzungen erfüllen. Die inhaltlichen Voraussetzungen können etwa an Hand von bereits abgelegten Prüfungen oder durch einen Eingangstest überprüft werden.
- Unter diesen hat die Verwendung der Lehrveranstaltung als Pflichtfach Vorrang vor der Verwendung als Wahlfach und diese vor der Verwendung als Freifach.
- Innerhalb dieser drei Gruppen sind jeweils jene Studierenden zu bevorzugen, die trotz Vorliegens aller Voraussetzungen bereits in einem früheren Abhaltesemester abgewiesen wurden.

Die Studierenden sind darüber ehebaldigst zu informieren.

12. Inkrafttreten

Dieser Studienplan tritt mit 1. Oktober 2017 in Kraft.

13. Übergangsbestimmungen

Die Übergangsbestimmungen werden gesondert im Mitteilungsblatt verlautbart und liegen im Dekanat der Fakultät für Informatik auf.

A. Modulbeschreibungen

Die den Modulen zugeordneten Lehrveranstaltungen werden in folgender Form angeführt:

9.9/9.9 XX Titel der Lehrveranstaltung

Dabei bezeichnet die erste Zahl den Umfang der Lehrveranstaltung in ECTS-Punkten und die zweite ihren Umfang in Semesterstunden. ECTS-Punkte sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden, wobei ein Studienjahr 60 ECTS-Punkte umfasst und ein ECTS-Punkt 25 Stunden zu je 60 Minuten entspricht. Semesterstunden sind ein Maß für die Beauftragung der Lehrenden. Bei Vorlesungen entspricht eine Semesterstunde einer Vorlesungseinheit von 45 Minuten je Semesterwoche. Der Typ der Lehrveranstaltung (XX) ist in Anhang B im Detail erläutert.

Advanced Digital Design and Computer Architecture

Regelarbeitsaufwand: 9 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Students having passed this course module can

- motivate the need for a timing model in any reasonable complex digital design,
- reason about the inevitableness of metastability in certain settings, know all manifestations of metastability, and apply methods for transformation between them,
- apply the theoretical concepts underlying asynchronous logic design, such as indication principle, completion detection, delay-insensitive coding, 2- and 4-phase handshaking etc. for a systematic design,
- compare the available timing models (synchronous, bounded delay, quasi-delay-insensitive) with respect to their strengths, weaknesses and limitations, and choose and apply the correct one for a given problem,
- apply a combination of these concepts (like GALS, e.g.) for the benefit of the application purpose,
- explain the concept, benefits and limitations of pausable clocking,
- describe the function of the basic elements found specifically in asynchronous design (Muller C-element, mutex, arbiter) and correctly apply them,
- describe and scrutinize design of deeply pipelined superscalar processors, pipeline hazards in advanced microprocessors, storage components in the memory hierarchy, and connecting homogeneous/heterogeneous processing and memory components
- explain principles to enable parallelism at different levels of granularity,
- understand the differences and synergies between design principles of computer architectures and component design for embedded, desktop and server class microprocessors.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Students having passed this course module can

- correctly and systematically solve challenging (timing) issues in digital design (esp. clock domain crossing),

- correctly handle metastability issues by applying the most appropriate mitigation technique,
- compute the residual risk of seeing a metastable upset in their synchronizer solution,
- derive the model for estimation of the mean time between upset and list the simplifications involved,
- list the relevant parameters for that estimation and obtain the circuit-related ones by means of appropriate measurements,
- systematically identify glitches in a given design and devise a glitch-free design, if feasible,
- analyze asynchronous pipelines with respect to their state and operation,
- efficiently and systematically design advanced computing architectures, from components to full systems, including including superscalar and VLIW processors, multi-core and many-cores, heterogeneous architectures, advanced memory hierarchies, and on-chip interconnection networks.
- derive lightweight performance models for high-end microprocessors, estimate their performance, and optimize for it,
- evaluate and select microprocessors for different application domains, and analyze and compare different design tradeoffs w.r.t. performance and energy efficiency,
- question predominant solutions in a qualified and structured manner and reason about alternatives.

Inhalt:

- basic concept and limitations of synchronous design
- metastability: causes and effects, modelling, MTBU estimation and measurement
- design and implementation of synchronizers for different settings
- GALS-Systems (timing domain crossing, pausable clocking)
- internal design, function and limitations of the basic building blocks of asynchronous design: Muller C-Element and Mutual Exclusion Element
- asynchronous design methods (bundled data, delay insensitive), handshake principles (2-phase/4-phase) and timing models (bundled data, delay insensitive, ...)
- fundamental description methods for asynchronous design
- comparison of synchronous and asynchronous logic
- basic concepts of ISA, Mircoarchitecture, and Different Levels of Parallelism (instruction, data, and thread)
- advanced concepts about deep pipelining, data and control hazards, branch handling and prediction, precision exception, etc.
- Out-of-Order Execution, SIMD/Vector/Array Processing, Superscalar vs. VLIW processors
- Performance analysis and optimization techniques
- Instruction scheduling in superscalar processors
- Advanced Memory Hierarchy (high-performance caches, cache coherences, emerging memory technologies, etc.)

- Multi-Core and Chip-Multiprocessors
- Heterogeneous Architectures
- On-Chip Interconnect Networks

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- intimate knowledge of digital logic design, its elementary logic function blocks (combinational as well as aequential), computer organization,
- intimate knowledge of the synchronous design paradigm

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- ability to handle the complete design flow of an FPGA from design entry in VHDL to download, including simulation and systematic debugging,
- ability to perform a synchronous design,
- ability to draw and modify a Petri net for a given problem

These prerequisites are provided in the following modules: Digital Design

Verpflichtende Voraussetzungen: None.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: The module is composed of two courses, both of which combine lecture and exercises to convey the competences in theory as well as application. The lectures will be presentations by the lecturer and discussions with the students on selected topics. The exercises will be homework assignments whose solutions will be discussed in the group after submission. The grading will be based on the quality/correctness of the homeworks, participation in discussions, as well as exams.

Lehrveranstaltungen des Moduls: The module consists of the following courses:

- 4,5/3,0 VU Advanced Digital Design
- 4,5/3,0 VU Advanced Computer Architecture

Advanced Multiprocessor Programming

Regelarbeitsaufwand: 4,5 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Understanding

- fundamental synchronization and coordination problems for shared-memory multiprocessors, including fundamental limitations,
- basic memory models,
- basic concepts for lock-based, lock- and wait-free algorithms and data structures,
- concepts and implementations of work-stealing schedulers.

Knowing a basic set of

- lock-free data structures (lists, stacks, queues...).
- lock-free algorithms,

Kognitive und praktische Kompetenzen: Ability to

- design and analyze parallel data structures algorithms for new problems,
- implement parallel algorithms using existing development tools.

Inhalt: Synchronization problems, operations and primitives, atomic operations, consensus, impossibility and universality results, locks, lock- and wait-free data structures (lists, stacks, queues, hashtables, search structures, ...), memory models, work-stealing, transactional memory. Practical implementation project in C++.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Bachelor-level understanding of motivation and goals of parallel computing; Basic knowledge of parallel architectures; Bachelor-level knowledge of algorithms and data structures, programming models and languages.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Bachelor-level programming, including threads. These prerequisites are provided in the following modules: Algorithmen und Datenstrukturen, Betriebssysteme, Einführung in paralleles Rechnen (Parallel Computing)

Verpflichtende Voraussetzungen: None.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: A lecture part, accompanied by homework assignment to be worked out primarily on paper and blackboard, is devoted to establishing a thorough understanding of the theoretical foundations, algorithms and methods used in parallel computing. This is accompanied by a programming project, where lock-free algorithms are to be implemented in practice. Grading is based on active participation in lectures and exercises, solutions of exercises, project solution and report, and an oral examination based on the project report.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

4,5/3,0 VU Advanced Multiprocessor Programming

Computer-Aided Verification

Regelarbeitsaufwand: 6 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Theory and algorithms of computer-aided verification.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- Ability to apply computer-aided verification techniques to practical problems

- Ability to develop new tools and algorithms in computer-aided verification
- Ability to understand scientific literature in computer-aided verification

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: State-of-the-art knowledge in computer-aided verification.

Inhalt:

- Theoretical Concepts of Model Checking
- Basic Model Checking Algorithms
- Symbolic Model Checking
- Abstraction and Software Model Checking
- Static Analysis
- Model Checking Tools
- Implementation of Model Checkers

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- Programming Languages
- Logic
- Theoretical Computer Science

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- Algorithmic, mathematical and logical reasoning skills
- Implementation skills

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Interdisciplinarity between mathematical methods and practical computer science .

Diese Voraussetzungen werden in folgenden Modulen vermittelt: Einführung in die Programmierung, Algorithmen und Datenstrukturen, Theoretische Informatik und Logik, Formal Methods in Computer Science

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: A lecture part, accompanied by exercises to be worked out primarily on paper, is devoted to establishing a thorough understanding of the theoretical foundations, algorithms and methods used in computer-aided verification. This knowledge is then applied to practical problems a lab exercise part of module, which consists of project assignments (possibly to small teams).

Lehrveranstaltungen des Moduls:

- 3,0/2,0 VU Computer-Aided Verification
- 3,0/2,0 UE Computer-Aided Verification

Discrete Mathematics

Regelarbeitsaufwand: 9 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Advanced knowledge of combinatorics, graph theory and algorithms, applied number theory and algebra.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Ability to apply the above concepts and methods in theoretical and practical work, and in specialized courses.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Ability to identify and apply mathematical concepts for practical problems.

Inhalt: Higher Combinatorics

- Counting principles (sets, permutations, partitions, pigeon hole principle, double counting, Ramsey theorems)
- Generating functions (ordered and unordered combinatorial structures, recurrences, asymptotic methods)
- Combinatorics on partial ordered sets (Dilworth, Moebius inversion, lattices)

Graph Theory

- Basics
- Trees and forests (spanning subgraphs, matroids and greedy algorithms)
- Weighted graphs and algorithms (Dijkstra, Floyd-Warshall, Ford-Fulkerson)
- Special graph classes (Eulerian, Hamiltonian, planar, bipartite, matchings, graph coloring)

Number Theory

- Divisibility and unique factorisation (Euclidean algorithm)
- Congruences and residue classes (Eulerian totient function, Euler-Fermat theorem, primitive roots)
- Chinese remainder theorem
- RSA algorithm

Polynomials over Finite Fields

- Rings (factorial rings, Euclidean rings)
- Fields (prime fields, characteristic, polynomial ring, minimal polynomial, primitive polynomial)
- Applications (polynomial codes, shift register sequences, ...)

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Bachelor-level courses in Algebra and Discrete Mathematics, Analysis, and Algorithms.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Bachelor-level mathematical skills (proofs, mathematical modeling).

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Presentation skills to demonstrate the results of the home exercises.

Diese Voraussetzungen werden in folgenden Modulen vermittelt: Algebra und Diskrete Mathematik, Analysis

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: The course consists of classroom lectures, graded by both a written and a subsequent oral exam, and exercises that are prepared at home and presented during the exercise classes. Exercises are individually graded.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

4,0/4,0 VO Discrete Mathematics

5,0/2,5 UE Discrete Mathematics

Freie Wahlfächer und Transferable Skills

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

Inhalt: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Erwartete Vorkenntnisse: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls können frei aus dem Angebot an wissenschaftlichen und künstlerischen Lehrveranstaltungen, die der Vertiefung des Faches oder der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen dienen, aller anerkannten in- und ausländischen postsekundären Bildungseinrichtungen ausgewählt werden, mit der Einschränkung, dass zumindest 4,5 ECTS aus den Themenbereichen der Transferable Skills zu wählen sind. Für die Themenbereiche der Transferable Skills werden insbesondere Lehrveranstaltungen aus dem Wahlfachkatalog „Transferable Skills“ der Fakultät für Informatik (Anhang E) und aus dem zentralen Wahlfachkatalog der TU Wien für „Transferable Skills“ empfohlen.

Formal Methods in Computer Science

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Advanced knowledge of computability, decision procedures, program semantics, and automated verification.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Ability to apply the above concepts in theoretical and practical work, and in specialized courses.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Ability to use mathematical concepts as tools for practical problems.

Inhalt: The module discusses the following topics:

- complexity and computability,
- logical decision procedures,
- program semantics, and
- automated verification.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Knowledge of basic concepts in theoretical computer science, logic, discrete mathematics, programming, and algorithms, as taught at respective bachelor courses.

Kognitive und praktische Kompetenzen: The student should be in command of both programming as well as mathematical skills.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Presentation skills to demonstrate the results of home exercises.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: The module consists of two courses which comprise classroom lectures and two exercise parts. The exercises are written take-home exercises, and are individually graded. The final grade is determined by the results of the exercises and a final, written exam.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Formal Methods in Computer Science

3,0/2,0 UE Formal Methods in Computer Science

Information Technology in Automation

Regelarbeitsaufwand: 6 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- Aufbau und Organisation verteilter Automatisierungssysteme

- Vertiefung zu Kommunikationsprotokollen in der Automatisierung
- Aktuelle Entwicklungen im Bereich Industrial Internet of Things
- Informationsmodelle als Grundlage einer Integration heterogener Systeme
- Maschine-zu-Maschine Kommunikation und Auto-management

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- Ableiten von Anforderungen an Automatisierungs- und Kommunikationssysteme
- Kritische Beurteilung und Auswahl geeigneter Architekturen, Protokolle und Komponenten gemäß spezifischer Anforderungen
- Konzeption von Systemarchitekturen
- Entwurf von Ansätzen zur Integration heterogener Systeme über vereinheitlichte Schnittstellen
- Entwicklung und Proof-of-Concept-Implementierung von Automatisierungssystemen
- Bewertung des Sicherheits- und Fehlerverhaltens durch formale Methoden und/oder Simulation

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- Analytisches Denken (z.B. Analyse von Prozessen zur Ableitung passender Systemarchitekturen)
- Abstraktes Denken (z.B. Prozess- und Datenmodelle, Integration heterogener Systeme)
- Strukturiertes Denken, Problemlösungskompetenz (Entwicklung und Evaluation von Proof-of-Concept-Systemen)
- Eigeninitiative, erweiterte Lesekompetenz (formal/mathematisch, englisch): Erarbeiten und Bewerten einschlägiger Fachliteratur
- Selbstorganisation, Eigenverantwortlichkeit (Einzelprojekte)
- Kommunikations- und Teamfähigkeit (Bearbeitung praktischer Aufgabenstellungen im Team)

Inhalt: Eine der wichtigsten Herausforderungen für den Anschluss von industrieller Automatisierungstechnik an das Internet of Things kommt aus der inhärenten Komplexität der zugrundeliegenden Automatisierungssysteme. Inhalt des Moduls ist die Wissensvermittlung zur Verknüpfung und zur Zusammenführung verschiedener Technologiebereiche (u.a. Embedded Systems und Cloud Computing) über einheitliche (Internet-basierende) Schnittstellen. Im Rahmen des Moduls werden unterschiedliche Herangehensweisen zur Informations- und Applikationsmodellierung im industriellen Umfeld diskutiert und Herausforderungen für die Umsetzung des Industrial Internet of Things (IIoT) identifiziert. Im begleitenden Übungsteil werden Proof-of-Concepts erstellt, durch Laborprotokolle dokumentiert und in Abgabegesprächen erläutert.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Basiskenntnisse im Bereich verteilter Automatisierungssysteme, industrieller Kommunikationssysteme und Netzwerkprotokolle

Kognitive und praktische Kompetenzen: Fähigkeit zur Konstruktion von Programmen (auch für eingebettete Systeme); Argumentieren von gewählten Lösungswegen durch Laborprotokolle

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Konzepte vergleichen und evaluieren; selbstständiges Erschließen wissenschaftlicher Begleitliteratur; Aufarbeiten von notwendigen Datenblättern und Manuals

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Inhalte werden in Vorträgen vorgestellt und in begleitenden Übungen von Studierenden vertieft.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Information Technology in Automation

Innovation and Creativity

Regelarbeitsaufwand: 6 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- Innovation theory and management.
- Creativity techniques.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- Formulation of business ideas.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- Methods and techniques to foster creativity.
- Interaction with highly creative people and teams.

Inhalt: This modules aims to enable the students to foster and formulate ideas:

- Innovation theory, innovation management, innovation and society (3 ECTS).
- Creativity techniques, dynamism, formulate ideas of innovation projects as prerequisite for business plans (3 ECTS).

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- Knowledge in Computer Science and/or Business Informatics.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- Ability to work in groups.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- Strong commitment.

Verpflichtende Voraussetzungen: A two-stage admission procedure is conducted during the first semester of the respective main master study in informatics or business informatics.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Blended learning: Lectures, self-study, labs, seminars, expert panels, and work in project groups.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VU Foundations of innovation

3,0/2,0 PR Creativity and ideas

Innovation Implementation

Regelarbeitsaufwand: 6 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- Funding aspects of innovation.
- Legal and financial issues of company creation.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- Company foundation.
- Enterprise expansion.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- Handling of conflicts and crises.

Inhalt: Students will learn what to take care of when founding a new company or when expanding an existing enterprise. The module comprises the following issues:

- Company foundation: Legal issues and funding
- Enterprise expansion: Organisational and technical aspects
- Finance and venture capital
- Decision making, conflict, and crisis management

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- Innovation theory and management
- Creativity techniques
- Business model and plan
- Understand the commonalities and differences of a variety of innovation cases

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- Formulate and present business ideas
- Conduct innovation of processes, products, and services in and outside existing enterprises
- Methods and techniques to translate ideas into solid business plans

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- Methods and techniques to foster creativity
- Interaction and cooperation with highly creative people and teams, accepting also critiques
- Understand the non-linearity of innovation from a variety of innovation cases

The prerequisites are conveyed in the modules *Innovation and Creativity* and *Innovation Planning*.

Verpflichtende Voraussetzungen: Innovation and Creativity, Innovation Planning.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Blended learning: Lectures, self-study, labs, seminars, expert panels, and work in project groups.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

- 2,0/1,5 VU Legal issues and funding
- 2,0/1,5 VU Finance and venture capital
- 2,0/1,5 VU Management of conflicts

Innovation Planning

Regelarbeitsaufwand: 6 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- Business model and plan.
- Understand the commonalities and differences of a variety of innovation cases.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- Conduct innovation of processes, products, and services in and outside existing enterprises.

- Methods and techniques to translate ideas into solid business plans.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- Interaction with highly creative people and teams.
- Understand the non-linearity of innovation from a variety of innovation cases.

Inhalt: Students will learn to plan the translation of their innovation—within a company or a start-up. This will also include cases of successful and non successful innovations. Issues treated are:

- Management-Team
- Product and service description (USP)
- Market and competition
- Marketing, price, and distribution
- Realisation plan, financial planning
- Chances and risks

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- Innovation theory and management.
- Creativity techniques.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- Formulation of business ideas.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- Methods and techniques to foster creativity.
- Interaction and cooperation with highly creative people and teams, accepting also critiques.

The prerequisites are conveyed in the module *Innovation and Creativity*.

Verpflichtende Voraussetzungen: Innovation and Creativity.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Blended learning: Lectures, self-study, labs, seminars, expert panels, and work in project groups.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VU Business Plan

3,0/2,0 VU Innovation Cases

Innovation Practice

Regelarbeitsaufwand: 12 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- Consolidate and strengthen the innovation knowledge in a real innovation case implementation.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- Experience and reflect social and organisational aspects.
- Practice innovation transfer and university-company cooperation.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- Complex interaction with multiple stakeholders within and outside the university.
- Practice management of conflicts and crises.

Inhalt: The innovation project provides flexibility and ways to specialise:

- Specialisation at the students' option.
- Small groups or individual work possible.
- Internship possible.
- Company cooperation possible.
- International cooperation possible.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- Innovation theory and management.
- Creativity techniques.
- Business model and plan.
- Understand the commonalities and differences of a variety of innovation cases.
- Understand the legal, financial, and organisational aspects of innovation implementation.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- Formulate and present business ideas.
- Conduct innovation of processes, products, and services in and outside existing enterprises.
- Methods and techniques to translate ideas into solid business plans.
- Company foundation and enterprise expansion.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- Methods and techniques to foster creativity.
- Interaction and cooperation with highly creative people and teams, accepting also critiques.
- Understand the non-linearity of innovation from a variety of innovation cases.
- Handling of conflicts and crises.

The prerequisites are conveyed in the modules *Innovation and Creativity*, *Innovation Planning*, and *Innovation Implementation*.

Verpflichtende Voraussetzungen: Innovation and Creativity, Innovation Planning, Innovation Implementation.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Highly interactive and proactive group work with a final presentation.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

12,0/4,0 PR Innovation project

Signal Processing

Regelarbeitsaufwand: 9 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Kenntnisse und wesentliche Eigenschaften von linearen Operatoren im Hilbertraum, Unterraumtechniken sowie deren Anwendung in der Verarbeitung deterministischer Signale in Nachrichtentechnik und Elektrotechnik; Kenntnis der Theorie, mathematischen Beschreibung und grundlegenden Verarbeitung von Zufallsvariablen, Zufallsvektoren und Zufallssignalen (Zufallsprozessen); Modellierung mit Hilfe stochastischer Größen, quadratische Optimierungs- und Prädiktionsprobleme.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Mathematische Formulierung von typischen Problemen der Signalverarbeitung sowie Beherrschung der zugehörigen Lösungsansätze. Passives Beherrschen von formalen Beweisen. Anwendung klassischer Verfahren der Signalverarbeitung auf praxisrelevante Fragestellungen.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Teamarbeit und Reflexion in Kleingruppen.

Inhalt: Deterministische Signalverarbeitung:

- Grundlagen, Modellierung linearer Systemen, Zustandsraumbeschreibung, Abtasttheorem.
- Vektorräume und lineare Algebra, Basis und Dimension, Normen und Inprodukte, Orthogonalität, Hilbert- and Banachräume.
- Approximationsproblem im Hilbertraum, Orthogonalitätsprinzip, Gradientenverfahren, Least-Squares-Filterung, Signaltransformation und verallgemeinerte Fourierreihen, Wavelets.

- Lineare Operatoren, Orthogonale Unterräume, Projektionen.
- Kronecker-Produkt, DFT, FFT, Hadamard-Transformation.

Stochastische Signalverarbeitung:

- Diskrete und kontinuierliche Zufallsvariable, kumulative Verteilungsfunktion, Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion,
- Transformation von Zufallsvariablen, bedingte Verteilungen, Erwartungswerte und Momente, Charakteristische Funktion, Korrelation und Kovarianz, statistische Unabhängigkeit, Orthogonalität und Unkorreliertheit.
- Karhunen-Loeve-Zerlegung, Dekorrelation, Innovationsdarstellung, MMSE-Schätzung (Wiener Filter),
- Zufallsprozesse, Stationarität, Mittelwert, Autocorrelationsfunktion, Zyklstationarität, Leistungsdichtespektrum, Effekt linearer Systeme, Wold-Zerlegung, Markoffketten, ARMA-Prozesse, lineare Prädiktion.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Bachelor-level Kenntnisse in linearer Algebra, Funktionalanalysis und Wahrscheinlichkeitsrechnung sowie über kontinuierliche und diskrete Signale und Systeme; Grundlagenkenntnisse der Nachrichtentechnik.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Mathematische Lösungskompetenz, beispielsweise für Eigenwertaufgaben, Matrizeninversion, Ableiten und Integrieren. Anwendungen von Laplace, Fourier und Z-Transformation.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Englischkenntnisse.

Diese Voraussetzungen werden in folgenden Modulen vermittelt: Algebra und Diskrete Mathematik, Analysis, Analysis 2, Wahrscheinlichkeitstheorie und Stochastische Prozesse, Signale und Systeme

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Dieses Modul ist geprägt durch Basistechniken im Bereich Signalverarbeitung. Dazu werden die wesentlichen Fähigkeiten im Vortrag erläutert. Um diese einzuüben, werden Rechen- und auch einfache Programmieraufgaben von den Studierenden eigenständig gelöst. Die Ergebnisse zu den Aufgabenstellungen werden von den Studierenden unter Anleitung eines Lehrveranstaltungsbetreuers diskutiert. Die Leistungsbeurteilung ergibt sich aus der Leistung bei den Übungen, einem schriftlichen Prüfungsteil, und einer mündlichen Abschlussprüfung.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

- 4,5/3,0 VU Signal Processing 1
- 4,5/3,0 VU Signal Processing 2

Stochastic Foundations of Cyber-Physical Systems

Regelarbeitsaufwand: 6 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Stochastic foundations of cyber-physical systems, artificial intelligence, and robotics.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- Ability to learn stochastic models of CPS.
- Ability to perform stochastic analysis of CPS.
- Ability to design optimal controllers for CPS.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Apprehension of and experience in applying theory for solving practical problems.

Inhalt:

- Probabilistic interpretation of uncertainty.
- Rational agents as smart CPS.
- Static and dynamic Bayesian networks (BN).
- Uncertain environments as BN.
- Exact and approximate inference in BN.
- Machine learning of sBN and dBN.
- Decision making and optimal control.
- Supervised and reinforcement learning.
- Speech-recognition and robotics.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Probability theory, stochastic signals, control theory, discrete mathematics.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Mathematical reasoning and implementation skills.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Independent work, interest in combining theory and practice.

These prerequisites are provided in the following modules: Wahrscheinlichkeitstheorie und Stochastische Prozesse, Signale und Systeme, Modellbildung und Regelungstechnik, Discrete Mathematics

Verpflichtende Voraussetzungen: None.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Weekly lecture with continually accompanying home-work assignments, deepening the understanding of the module content and increasing the individual problem-solving competence in CPS modelling, analysis, and control. Hand-written or Latex solutions, possibly their mutual peer reviewing, accompanying reading of a book.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Stochastic Foundations of Cyber-Physical Systems

Verteilte Algorithmen

Regelarbeitsaufwand: 6 ECTS

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen:

- Verständnis der Modelle, Probleme, Algorithmen, Lower-Bounds, Impossibility-Resultate und Korrektheitsbeweise im Bereich Distributed Computing.
- Anwendung existierender Lower-Bounds und Impossibility-Resultate in neuen Situationen.

Kognitive und praktische Kompetenzen:

- Entwicklung neuer verteilter Algorithmen und entsprechender Korrektheitsbeweise für spezielle Problemstellungen, Finden neuer Lower-Bounds und Impossibility-Resultate.
- Fertigkeiten zur Erstellung von LaTeX-Dokumenten und Peer Reviews.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen:

- Weiterentwicklung der formal-mathematischen Problemlösungskompetenzen.
- Vertrautheit mit dem Lesen einschlägiger wissenschaftlicher Texte.

Inhalt: Dieses Modul bietet eine Einführung in verteilte Algorithmen und deren formal-mathematische Analyse. Grundlagen: Execution runs, safety and liveness properties, causality and time; Modelle: Message passing vs. shared memory, synchronous vs. asynchronous, failure models; Algorithmen: Leader election, mutual exclusion, clock synchronization, consensus, distributed snapshots; Beweistechniken: Impossibility proofs, lower bounds, simulation, indistinguishability, bivalence.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Diskrete Mathematik; mathematischen Analyse von sequentiellen Algorithmen; Grundlagen Transition Systems.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Fertigkeiten bei der Erstellung mathematischer Beweise.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Selbständiges Arbeiten, Bachelor-level Lesen und Schreiben wissenschaftlicher Artikel.

Diese Voraussetzungen werden in folgenden Modulen vermittelt: Algorithmen und Datenstrukturen, Discrete Mathematics, Formal Methods in Computer Science

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Wöchentliche Vorlesung mit kontinuierlicher begleitender Übung (mehrere Quizzes und Homework-Assignments), wodurch die in der Vorlesung vermittelten Inhalte effizient erlernt und die individuelle Problemlösungskompetenz im formal-mathematischen Bereich trainiert wird. Abgabe von LaTeX-Dokumenten, gegenseitiges Peer-Reviewing der Abgaben, begleitendes Lesen eines Buches.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Distributed Algorithms

Wahlmodul Algorithms and Programming

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Vertiefte Kenntnisse in den gewählten Teilgebieten.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Verbesserte Fertigkeiten in der Anwendung relevanter Methoden und Verfahren in den gewählten Teilgebieten.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten.

Inhalt: Aufgenommene Lehrveranstaltungen müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechend Pflichtlehrveranstaltungen
- Lehrveranstaltungen ohne Übungsanteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil des Masterstudiums *Technische Informatik*
- Thematische und inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahllehrveranstaltungen
- Lehrveranstaltungen können vertiefenden oder verbreiternden Charakter haben.
 - Vertiefung: Spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bachelorabschlussniveau
 - Verbreiterung: Lehrveranstaltungen müssen Pflicht oder Wahlpflicht in einem ordentlichen Master-Studium der Technischen Universität sein.

Erwartete Vorkenntnisse: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Algorithmics

3,0/2,0 VU Heuristic Optimization Techniques

3,0/2,0 VU Fixed-Parameter Algorithms and Complexity

3,0/2,0 VU Structural Decomposition and Algorithms

4,5/3,0 VO Analysis of Algorithms
1,5/1,0 UE Analysis of Algorithms
4,5/3,0 VU Semantik von Programmiersprachen
3,0/2,0 VO Codegeneratoren
3,0/2,0 VU Optimierende Übersetzer
6,0/4,0 VU GPU Architectures and Computing
6,0/4,0 VU Parallele und Echtzeitprogrammierung

Wahlmodul Automation

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Vertiefte Kenntnisse in den gewählten Teilgebieten.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Verbesserte Fertigkeiten in der Anwendung relevanter Methoden und Verfahren in den gewählten Teilgebieten.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten.

Inhalt: Kernthemen:

- Automatisierungssysteme
- Industrial IoT
- Robotik

Aufgenommene Lehrveranstaltungen müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechend Pflichtlehrveranstaltungen
- Lehrveranstaltungen ohne Übungsanteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil des Masterstudiums *Technische Informatik*
- Thematische und inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahllehrveranstaltungen
- Lehrveranstaltungen können vertiefenden oder verbreiternden Charakter haben.
 - Vertiefung: Spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bachelorabschlussniveau
 - Verbreiterung: Lehrveranstaltungen müssen Pflicht oder Wahlpflicht in einem ordentlichen Masterstudium der Technischen Universität sein.

Erwartete Vorkenntnisse: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Mechatronische Systeme
3,0/2,0 LU Labor Mechatronische Systeme

3,0/2,0 VO Automatisierungs- und Steuerungssysteme
3,0/2,0 LU Labor Automatisierungs- und Steuerungssysteme
3,0/2,0 VU Sensoren und optoelektronische Bauelemente
3,0/3,0 VU Wireless in Automation
4,5/4,5 VU Home and Building Automation
4,5/3,0 VO Communication Networks 1
4,5/3,0 VU Communication Networks 2
3,0/2,0 VU Network Security
6,0/4,0 VU Internet of Things
4,5/3,0 VU Mobile Robotik
6,0/4,0 VU Machine Vision und kognitive Robotik

Wahlmodul Computer-Aided Verification

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Vertiefte Kenntnisse in den gewählten Teilgebieten des Schlüsselbereichs.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Verbesserte Fertigkeiten in der Anwendung relevanter Methoden und Verfahren in den gewählten Teilgebieten des Schlüsselbereichs.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten des Schlüsselbereichs.

Inhalt:

- Program analysis,
- Model checking
- Automated reasoning

Aufgenommene Lehrveranstaltungen müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechend Pflichtlehrveranstaltungen
- Lehrveranstaltungen ohne Übungsanteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil des Masterstudiums *Technische Informatik*
- Inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahllehrveranstaltungen
- Vertiefender Charakter (spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bachelor-Abschlussniveau)

Erwartete Vorkenntnisse: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VU SAT Solving und Erweiterungen

3,0/2,0 UE Computer-Aided Verification
3,0/2,0 VU Programmanalyse
6,0/4,0 VU Software Model Checking
3,0/2,0 VU Protocol Verification
6,0/4,0 VU Automated Deduction
3,0/2,0 VU Advanced Topics in Theoretical Computer Science
3,0/2,0 SE Rigorous Systems Engineering

Wahlmodul Cyber-Physical Systems

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Vertiefte Kenntnisse in den gewählten Teilgebieten.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Verbesserte Fertigkeiten in der Anwendung relevanter Methoden und Verfahren in den gewählten Teilgebieten.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten.

Inhalt: Kernthemen:

- Control theory
- Stochastic and hybrid systems
- Autonomous systems
- Real-time Systems
- Embedded systems

Aufgenommene Lehrveranstaltungen müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechen Pflichtlehrveranstaltungen.
- Lehrveranstaltungen ohne Übungsanteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil des Masterstudiums *Technische Universität*
- Inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahllehrveranstaltungen
- Lehrveranstaltungen können vertiefenden oder verbreiternden Charakter haben:
 - Vertiefung: Spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bachelor-Abschlussniveau
 - Verbreiterung: Lehrveranstaltungen müssen Pflicht oder Wahlpflicht in einem ordentlichen Masterstudium der Technischen Universität sein.

Erwartete Vorkenntnisse: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6,0/4,0 VU Logical Foundations of Cyber-Physical Systems

3,0/2,0 VU Runtime Verification
3,0/2,0 VO Regelungssysteme 1
1,5/1,0 LU Regelungssysteme 1
4,5/3,0 VO Regelungssysteme 2
4,5/3,0 LU Regelungssysteme 2
4,5/3,0 VU Optimierung
3,0/2,0 VU Model Predictive Control
4,5/3,0 VU Regelung verteilt-parametrische Systeme
4,5/3,0 VU Fortgeschrittene Methoden der Modellbildung
4,5/3,0 VU Fortgeschrittene Methoden der nichtlinearen Regelung
3,0/2,0 VU Zeitanalyse von sicherheitskritischen Echtzeitsystemen
3,0/2,0 VU Real-Time Scheduling
6,0/4,0 VU Internet of Things
4,5/3,0 VU Mobile Robotik
6,0/4,0 VU Machine Vision und kognitive Robotik

Wahlmodul Dependable Distributed Systems

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Vertiefte Kenntnisse in den gewählten Teilgebieten des Schlüsselbereichs.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Verbesserte Fertigkeiten in der Anwendung relevanter Methoden und Verfahren in den gewählten Teilgebieten des Schlüsselbereichs.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten des Schlüsselbereichs.

Inhalt: Kernthemen:

- Distributed systems
- Dependable systems (fault-tolerance, safety, security)
- Parallel computing
- Computer networks

Aufgenommene Lehrveranstaltungen müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechend Pflichtlehrveranstaltungen
- Lehrveranstaltungen ohne Übungsanteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil des Masterstudiums *Technische Informatik*
- Inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahllehrveranstaltungen
- Vertiefender Charakter (spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bachelor-Abschlussniveau)

Erwartete Vorkenntnisse: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

- 4,5/3,0 VU Problems in Distributed Computing
- 4,5/4,5 LU Building Reliable Distributed Systems
- 6,0/4,0 VU Verteiltes Programmieren mit Space Based Computing Middleware
- 4,5/3,0 VO Communication Networks 1
- 4,5/3,0 VU Communication Networks 2
- 3,0/2,0 VU Network Security
- 3,0/2,0 VU Parallele Algorithmen
- 4,5/3,0 VU High Performance Computing Hochleistungsrechnen
- 3,0/2,0 VU Protocol Verification
- 6,0/4,0 VU Parallele und Echtzeitprogrammierung

Wahlmodul Digital Circuits and Systems

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Vertiefte Kenntnisse in den gewählten Teilgebieten des Schlüsselbereichs.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Verbesserte Fertigkeiten in der Anwendung relevanter Methoden und Verfahren in den gewählten Teilgebieten des Schlüsselbereichs.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten des Schlüsselbereichs.

Inhalt: Kernthemen:

- Low power & energy efficient designs
- Processor architectures
- Asynchronous circuits
- HW/SW Codesign

Aufgenommene Lehrveranstaltungen müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechen Pflichtlehrveranstaltungen.
- Lehrveranstaltungen ohne Übungsanteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil des Masterstudiums *Technische Informatik*
- Inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahllehrveranstaltungen
- Vertiefender Charakter (spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bachelor-Abschlussniveau)

Erwartete Vorkenntnisse: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

- 1,5/1,5 LU Advanced Digital Design
- 1,5/1,5 VU HW/SW Codesign
- 4,5/4,5 LU HW/SW Codesign
- 4,0/3,0 VU Halbleiterphysik
- 3,0/3,0 VU Vertiefung FPGA-Design
- 1,5/1,0 VU SoC Architektur und Design
- 3,0/2,0 VU Application-Specific Computing Architectures and Systems
- 3,0/2,0 VU Embedded Systems in FPGAs
- 3,0/2,0 SE SoC Design Seminar
- 4,5/3,0 UE SoC Design Laboratory

Wahlmodul Digital Signal Processing and Communication

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Vertiefte Kenntnisse in den gewählten Teilgebieten des Schlüsselbereichs.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Verbesserte Fertigkeiten in der Anwendung relevanter Methoden und Verfahren in den gewählten Teilgebieten des Schlüsselbereichs.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten des Schlüsselbereichs.

Inhalt: Kernthemen:

- Digital signal processing
- Digital communication
- Wireless communication

Aufgenommene Lehrveranstaltungen müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechend Pflichtlehrveranstaltungen
- Lehrveranstaltungen ohne Übungsanteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil des Masterstudiums *Technische Informatik*
- Inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahllehrveranstaltungen
- Vertiefender Charakter (spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bachelor-Abschlussniveau)

Erwartete Vorkenntnisse: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Individuell nach gewählten Lehrveranstaltungen.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

- 3,0/2,0 VO Quellencodierung
- 4,5/3,0 VU Digital Communications 1
- 4,5/3,0 VU Digital Communications 2
- 4,0/3,0 VU Digitale Signalverarbeitung, Vertiefung
- 7,0/4,0 VU Signalverarbeitung, Vertiefung
- 3,0/2,0 VU Robuste und verlässliche Kommunikationssysteme
- 6,0/4,0 VU Wireless Communications 1
- 3,0/2,0 VO Wireless Communications 2
- 3,0/2,0 LU Lab Wireless Communications
- 3,0/2,0 VU Impulstechnik
- 3,0/2,0 VU Satellitennavigation

Wahlmodul Mathematics and Theoretical Computer Science

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Vertiefte Kenntnisse in den gewählten Teilgebieten.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Verbesserte Fertigkeiten in der Anwendung relevanter Methoden und Verfahren in den gewählten Teilgebieten.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten.

Inhalt: Aufgenommene Lehrveranstaltungen müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechen Pflicht-Lehrveranstaltungen
- Lehrveranstaltungen ohne Übungsanteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil des Masterstudiums *Technische Informatik*
- Thematische und inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahllehrveranstaltungen
- Lehrveranstaltungen können vertiefenden oder verbreiternden Charakter haben:
 - Vertiefung: Spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bachelor-Abschlussniveau
 - Verbreiterung: Lehrveranstaltungen müssen Pflicht oder Wahlpflicht in einem ordentlichen Master-Studium der Technischen Universität sein.

Erwartete Vorkenntnisse: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

- 3,0/2,0 VU Komplexitätstheorie
- 4,5/3,0 VO Angewandtes Operations Research
- 1,5/1,0 UE Angewandtes Operations Research
- 3,0/2,0 VU Kryptographie
- 6,0/4,0 VO Functional Analysis 1
- 2,0/1,0 UE Functional Analysis 1
- 4,5/3,0 VO Complex Analysis
- 1,5/1,0 UE Complex Analysis
- 4,5/3,0 VO Topologie
- 1,5/1,0 UE Topologie

Wahlmodul Verbreiterung

Lernergebnisse:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Vertiefte Kenntnisse in den gewählten Teilgebieten.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Verbesserte Fertigkeiten in der Anwendung relevanter Methoden und Verfahren in den gewählten Teilgebieten.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten.

Inhalt: Aufgenommene Lehrveranstaltungen müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechend Pflichtlehrveranstaltungen
- Lehrveranstaltungen ohne Übungsanteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil des Masterstudiums *Technische Informatik*
- Thematische Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahllehrveranstaltungen
- Lehrveranstaltungen/Module müssen Pflicht oder Wahlpflicht in einem ordentlichen Master-Studium an der Technischen Universität sein

Erwartete Vorkenntnisse: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

- 6,0/4,0 VU Knowledge-based Systems
- 6,0/4,0 VU Model Engineering
- 4,5/3,0 VU Computer Vision

4,5/3,0 VU Mustererkennung
2,0/2,0 VO Virtual and Augmented Reality
4,0/3,0 UE Virtual and Augmented Reality
6,0/1,0 PR Projektarbeit in Technischer Informatik
6,0/1,0 PR Scientific Project in Technischer Informatik
3,0/2,0 SE Seminar in Technischer Informatik

B. Lehrveranstaltungstypen

EX: Exkursionen sind Lehrveranstaltungen, die außerhalb des Studienortes stattfinden. Sie dienen der Vertiefung von Lehrinhalten im jeweiligen lokalen Kontext.

LU: Laborübungen sind Lehrveranstaltungen, in denen Studierende in Gruppen unter Anleitung von Betreuerinnen und Betreuern experimentelle Aufgaben lösen, um den Umgang mit Geräten und Materialien sowie die experimentelle Methodik des Faches zu lernen. Die experimentellen Einrichtungen und Arbeitsplätze werden zur Verfügung gestellt.

PR: Projekte sind Lehrveranstaltungen, in denen das Verständnis von Teilgebieten eines Faches durch die Lösung von konkreten experimentellen, numerischen, theoretischen oder künstlerischen Aufgaben vertieft und ergänzt wird. Projekte orientieren sich an den praktisch-beruflichen oder wissenschaftlichen Zielen des Studiums und ergänzen die Berufsvorbildung bzw. wissenschaftliche Ausbildung.

SE: Seminare sind Lehrveranstaltungen, bei denen sich Studierende mit einem gestellten Thema oder Projekt auseinandersetzen und dieses mit wissenschaftlichen Methoden bearbeiten, wobei eine Reflexion über die Problemlösung sowie ein wissenschaftlicher Diskurs gefordert werden.

UE: Übungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Studierenden das Verständnis des Stoffes der zugehörigen Vorlesung durch Anwendung auf konkrete Aufgaben und durch Diskussion vertiefen. Entsprechende Aufgaben sind durch die Studierenden einzeln oder in Gruppenarbeit unter fachlicher Anleitung und Betreuung durch die Lehrenden (Universitätslehrerinnen und -lehrer sowie Tutorinnen und Tutoren) zu lösen. Übungen können auch mit Computerunterstützung durchgeführt werden.

VO: Vorlesungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Inhalte und Methoden eines Faches unter besonderer Berücksichtigung seiner spezifischen Fragestellungen, Begriffsbildungen und Lösungsansätze vorgetragen werden. Bei Vorlesungen herrscht keine Anwesenheitspflicht.

VU: Vorlesungen mit integrierter Übung vereinen die Charakteristika der Lehrveranstaltungstypen VO und UE in einer einzigen Lehrveranstaltung.

C. Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen

1. Semester (WS)

4,0 VO Discrete Mathematics

5,0 UE Discrete Mathematics

6,0 VU Formal Methods in Computer Science

2. Semester (SS)

4,5 VU Advanced Multiprocessor Programming

D. Semesterempfehlung für schiefensteigende Studierende

1. Semester (SS)

4,0 VO Discrete Mathematics

5,0 UE Discrete Mathematics

6,0 VU Formal Methods in Computer Science

4,5 VU Advanced Multiprocessor Programming

E. Wahlfachkatalog „Transferable Skills“

Die Lehrveranstaltungen, die im Modul *Freie Wahlfächer und Transferable Skills* aus dem Themenbereich „Transferable Skills“ zu wählen sind, können unter anderem aus dem folgenden Katalog gewählt werden.

- 3,0/2,0 SE Coaching als Führungsinstrument 1
- 3,0/2,0 SE Coaching als Führungsinstrument 2
- 3,0/2,0 SE Didaktik in der Informatik
- 1,5/1,0 VO EDV-Vertragsrecht
- 3,0/2,0 VO Einführung in die Wissenschaftstheorie I
- 3,0/2,0 VO Einführung in Technik und Gesellschaft
- 3,0/2,0 SE Folgenabschätzung von Informationstechnologien
- 3,0/2,0 VU Forschungsmethoden
- 3,0/2,0 VO Frauen in Naturwissenschaft und Technik
- 3,0/2,0 SE Gruppendynamik
- 3,0/2,0 VU Italienisch für Ingenieure I
- 3,0/2,0 VU Kommunikation und Moderation
- 3,0/2,0 SE Kommunikation und Rhetorik
- 1,5/1,0 SE Kommunikationstechnik
- 3,0/2,0 VU Kooperatives Arbeiten
- 1,5/1,0 VO Präsentation, Moderation und Mediation
- 3,0/2,0 UE Präsentation, Moderation und Mediation
- 3,0/2,0 VU Präsentation und Moderation
- 3,0/2,0 VU Präsentations- und Verhandlungstechnik
- 4,0/4,0 SE Privatissimum aus Fachdidaktik Informatik
- 3,0/2,0 SE Rechtsinformatikrecherche im Internet
- 3,0/2,0 VU Rhetorik, Körpersprache, Argumentationstraining
- 3,0/2,0 VU Softskills für TechnikerInnen
- 3,0/2,0 VU Technical English Communication
- 3,0/2,0 VU Technical English Presentation
- 3,0/2,0 VU Techniksoziologie und Technikpsychologie
- 3,0/2,0 VU Technisches Französisch, Hohes Niveau I
- 3,0/2,0 VU Technisches Russisch I
- 3,0/2,0 VU Technisches Russisch II
- 3,0/2,0 VU Technisches Spanisch I
- 3,0/2,0 VU Technisches Spanisch II
- 3,0/2,0 VO Theorie und Praxis der Gruppenarbeit
- 3,0/2,0 VO Zwischen Karriere und Barriere

F. Prüfungsfächer mit den zugeordneten Modulen und Lehrveranstaltungen

Die mit einem Stern markierten Module sind Wahl-, die übrigen Pflichtmodule.

Prüfungsfach „Mathematics and Theoretical Computer Science“

Modul „Discrete Mathematics“ (9 ECTS)

4,0/4,0 VO Discrete Mathematics

5,0/2,5 UE Discrete Mathematics

Modul „Formal Methods in Computer Science“ (9,0 ECTS)

6,0/4,0 VU Formal Methods in Computer Science

3,0/2,0 UE Formal Methods in Computer Science

***Modul „Wahlmodul Mathematics and Theoretical Computer Science“**

3,0/2,0 VU Komplexitätstheorie

4,5/3,0 VO Angewandtes Operations Research

1,5/1,0 UE Angewandtes Operations Research

3,0/2,0 VU Kryptographie

6,0/4,0 VO Functional Analysis 1

2,0/1,0 UE Functional Analysis 1

4,5/3,0 VO Complex Analysis

1,5/1,0 UE Complex Analysis

4,5/3,0 VO Topologie

1,5/1,0 UE Topologie

Prüfungsfach „Algorithms and Programming“

Modul „Advanced Multiprocessor Programming“ (4,5 ECTS)

4,5/3,0 VU Advanced Multiprocessor Programming

***Modul „Wahlmodul Algorithms and Programming“**

6,0/4,0 VU Algorithmics

3,0/2,0 VU Heuristic Optimization Techniques

3,0/2,0 VU Fixed-Parameter Algorithms and Complexity

3,0/2,0 VU Structural Decomposition and Algorithms

4,5/3,0 VO Analysis of Algorithms

1,5/1,0 UE Analysis of Algorithms

4,5/3,0 VU Semantik von Programmiersprachen

3,0/2,0 VO Codegeneratoren

3,0/2,0 VU Optimierende Übersetzer

6,0/4,0 VU GPU Architectures and Computing

6,0/4,0 VU Parallele und Echtzeitprogrammierung

Prüfungsfach „Dependable Distributed Systems (SB)“

Modul „Verteilte Algorithmen“ (6 ECTS)

6,0/4,0 VU Distributed Algorithms

***Modul „Wahlmodul Dependable Distributed Systems“**

4,5/3,0 VU Problems in Distributed Computing

4,5/4,5 LU Building Reliable Distributed Systems

6,0/4,0 VU Verteiltes Programmieren mit Space Based Computing Middleware

4,5/3,0 VO Communication Networks 1

4,5/3,0 VU Communication Networks 2

3,0/2,0 VU Network Security

3,0/2,0 VU Parallele Algorithmen

4,5/3,0 VU High Performance Computing Hochleistungsrechnen

3,0/2,0 VU Protocol Verification

6,0/4,0 VU Parallele und Echtzeitprogrammierung

Prüfungsfach „Digital Circuits and Systems (SB)“

Modul „Advanced Digital Design and Computer Architecture“ (9 ECTS)

4,5/3,0 VU Advanced Digital Design

4,5/3,0 VU Advanced Computer Architecture

***Modul „Wahlmodul Digital Circuits and Systems“**

1,5/1,5 LU Advanced Digital Design

1,5/1,5 VU HW/SW Codesign

4,5/4,5 LU HW/SW Codesign

4,0/3,0 VU Halbleiterphysik

3,0/3,0 VU Vertiefung FPGA-Design

1,5/1,0 VU SoC Architektur und Design

3,0/2,0 VU Application-Specific Computing Architectures and Systems

3,0/2,0 VU Embedded Systems in FPGAs

3,0/2,0 SE SoC Design Seminar

4,5/3,0 UE SoC Design Laboratory

Prüfungsfach „Digital Signal Processing and Communication (SB)“

Modul „Signal Processing“ (9 ECTS)

4,5/3,0 VU Signal Processing 1

4,5/3,0 VU Signal Processing 2

***Modul „Wahlmodul Digital Signal Processing and Communication“**

3,0/2,0 VO Quellencodierung
4,5/3,0 VU Digital Communications 1
4,5/3,0 VU Digital Communications 2
4,0/3,0 VU Digitale Signalverarbeitung, Vertiefung
7,0/4,0 VU Signalverarbeitung, Vertiefung
3,0/2,0 VU Robuste und verlässliche Kommunikationssysteme
6,0/4,0 VU Wireless Communications 1
3,0/2,0 VO Wireless Communications 2
3,0/2,0 LU Lab Wireless Communications
3,0/2,0 VU Impulstechnik
3,0/2,0 VU Satellitennavigation

Prüfungsfach „Computer-Aided Verification (SB)“

Modul „Computer-Aided Verification“ (6 ECTS)

3,0/2,0 VU Computer-Aided Verification
3,0/2,0 UE Computer-Aided Verification

***Modul „Wahlmodul Computer-Aided Verification“**

3,0/2,0 VU SAT Solving und Erweiterungen
3,0/2,0 UE Computer-Aided Verification
3,0/2,0 VU Programmanalyse
6,0/4,0 VU Software Model Checking
3,0/2,0 VU Protocol Verification
6,0/4,0 VU Automated Deduction
3,0/2,0 VU Advanced Topics in Theoretical Computer Science
3,0/2,0 SE Rigorous Systems Engineering

Prüfungsfach „Cyber-Physical Systems (SB)“

Modul „Stochastic Foundations of Cyber-Physical Systems“ (6 ECTS)

6,0/4,0 VU Stochastic Foundations of Cyber-Physical Systems

***Modul „Wahlmodul Cyber-Physical Systems“**

6,0/4,0 VU Logical Foundations of Cyber-Physical Systems
3,0/2,0 VU Runtime Verification
3,0/2,0 VO Regelungssysteme 1
1,5/1,0 LU Regelungssysteme 1
4,5/3,0 VO Regelungssysteme 2
4,5/3,0 LU Regelungssysteme 2
4,5/3,0 VU Optimierung

3,0/2,0 VU Model Predictive Control
4,5/3,0 VU Regelung verteilt-parametrische Systeme
4,5/3,0 VU Fortgeschrittene Methoden der Modellbildung
4,5/3,0 VU Fortgeschrittene Methoden der nichtlinearen Regelung
3,0/2,0 VU Zeitanalyse von sicherheitskritischen Echtzeitsystemen
3,0/2,0 VU Real-Time Scheduling
6,0/4,0 VU Internet of Things
4,5/3,0 VU Mobile Robotik
6,0/4,0 VU Machine Vision und kognitive Robotik

Prüfungsfach „Automation (SB)“

Modul „Information Technology in Automation“ (6 ECTS)

6,0/4,0 VU Information Technology in Automation

***Modul „Wahlmodul Automation“**

6,0/4,0 VU Mechatronische Systeme
3,0/2,0 LU Labor Mechatronische Systeme
3,0/2,0 VO Automatisierungs- und Steuerungssysteme
3,0/2,0 LU Labor Automatisierungs- und Steuerungssysteme
3,0/2,0 VU Sensoren und optoelektronische Bauelemente
3,0/3,0 VU Wireless in Automation
4,5/4,5 VU Home and Building Automation
4,5/3,0 VO Communication Networks 1
4,5/3,0 VU Communication Networks 2
3,0/2,0 VU Network Security
6,0/4,0 VU Internet of Things
4,5/3,0 VU Mobile Robotik
6,0/4,0 VU Machine Vision und kognitive Robotik

Prüfungsfach „Verbreiterung“

***Modul „Wahlmodul Verbreiterung“**

6,0/4,0 VU Knowledge-based Systems
6,0/4,0 VU Model Engineering
4,5/3,0 VU Computer Vision
4,5/3,0 VU Mustererkennung
2,0/2,0 VO Virtual and Augmented Reality
4,0/3,0 UE Virtual and Augmented Reality
6,0/1,0 PR Projektarbeit in Technischer Informatik
6,0/1,0 PR Scientific Project in Technischer Informatik
3,0/2,0 SE Seminar in Technischer Informatik

Prüfungsfach „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“

Modul „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ (9,0 ECTS)

Prüfungsfach „Diplomarbeit“

Prüfungsfach „Innovation“

Modul „Innovation and Creativity“ (6 ECTS)

3,0/2,0 VU Foundations of innovation

3,0/2,0 PR Creativity and ideas

Modul „Innovation Planning“ (6 ECTS)

3,0/2,0 VU Business Plan

3,0/2,0 VU Innovation Cases

Modul „Innovation Implementation“ (6 ECTS)

2,0/1,5 VU Legal issues and funding

2,0/1,5 VU Finance and venture capital

2,0/1,5 VU Management of conflicts

Modul „Innovation Practice“ (12 ECTS)

12,0/4,0 PR Innovation project

G. Innovation – Supplementary Curriculum

Qualification profile

The supplementary master curriculum *Innovation* offers an advanced, scientific, and methodologically sound complementary education that is targeted towards sustainable knowledge and has a strong focus on practice. The graduates will be competent and internationally competitive in the following fields of informatics and business informatics:

- Entrepreneurship and company foundation
- Intrapreneurship and innovation management
- University engagement and research transfer

According to professional requirements, the innovation curriculum conveys qualifications on top of a regular informatics or business informatics master study with respect to the following categories.

Functional and methodological knowledge The innovation curriculum conveys the following knowledge:

- Innovation management
- Business model and plan
- Legal and economical aspects of innovation
- Financial aspects of innovation
- Social and organisational aspects of innovation

Cognitive and practical skills By investigating innovation methods practically and theoretically, the following skills are acquired:

- Company foundation and expansion
- Innovation of processes, products, and services in existing enterprises
- Innovation transfer and university-company cooperation

Social, innovation and creative competence The focus of the innovation curriculum is on fostering creativity and high innovation potentials, in particular:

- Methods and techniques to foster creativity
- Interaction with highly creative people and teams
- Handling of conflicts and crises

Prerequisites

The innovation curriculum is planned exclusively as supplementary education to a regular master study in informatics or business informatics. Admission requires a bachelor, master or diploma degree in informatics or business informatics.

The study is restricted to 20 exceptionally qualified and highly motivated students. A two-stage admission procedure is conducted during the first semester of the regular

master study in informatics or business informatics. First, a written application (in English, containing curriculum of studies, practical experience, additional qualifications, and a motivation letter) has to be submitted by October 31. Second, during December and January, interviews will be held with the most promising candidates. Candidates are finally selected based on their knowledge, skills, and potential by an evaluation committee (appointed by the dean for student affairs).

Modules

The innovation curriculum is implemented as four obligatory modules with a total of 30 ECTS, to be completed during the second to fourth semester of the regular master study in informatics or business informatics. Specialisation is possible by choosing the topic of the innovation project.

Semester	Regular study	Innovation curriculum
1	30 ECTS	admission procedure
2	30 ECTS	6 ECTS Module <i>Innovation and Creativity</i> 6 ECTS Module <i>Innovation Planning</i>
3	30 ECTS	6 ECTS Module <i>Innovation Implementation</i>
4	30 ECTS	12 ECTS Module <i>Innovation Practice</i>
Total	120 ECTS	30 ECTS

For a detailed description of the modules, see section 5 and appendix A.