



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

Curriculum für das
Masterstudium
Technische Informatik
an der Technischen Universität Wien

Gültig ab 1. Oktober 2012

Version: 02.6.2012
Redaktion: Ulrich Schmid, s@ecs.tuwien.ac.at

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	11
7. Prüfungsordnung	12
8. Studierbarkeit und Mobilität	13
9. Diplomarbeit	13
10. Akademischer Grad	13
11. Integriertes Qualitätsmanagement	13
12. Inkrafttreten	16
13. Übergangsbestimmungen	16
A. Modulbeschreibungen	16
B. Lehrveranstaltungstypen	48
C. Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen	48
D. Semestereinteilung für schiefensteigende Studierende	49
E. Innovation – Supplementary Curriculum	49

1. Grundlage und Geltungsbereich

Das vorliegende Curriculum definiert und regelt das ingenieurwissenschaftliche Masterstudium *Technische Informatik* an der Technischen Universität Wien. Es basiert auf dem Universitätsgesetz 2002 BGBl. I Nr. 120/2002 (UG) und dem Satzungsteil *Studienrechtliche Bestimmungen* 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* vermittelt eine vertiefte, wissenschaftlich und methodisch hochwertige, auf dauerhaftes Wissen ausgerichtete Bildung, welche die Absolventinnen und Absolventen sowohl für eine Weiterqualifizierung vor allem im Rahmen eines facheinschlägigen Doktoratsstudiums als auch für eine Beschäftigung in beispielsweise folgenden Tätigkeitsbereichen befähigt und international konkurrenzfähig macht:

- Wissenschaftliche und industrielle Forschung
- Systemanalyse und Entwurf komplexer Systeme

Diesen Anforderungen entsprechend werden im Masterstudium Technische Informatik, aufbauend auf Kenntnissen und Fertigkeiten, wie sie aus dem Bachelorstudium Technische Informatik oder gleichwertigen Studien vorausgesetzt werden können, die nachstehend aufgeführten Zusatzqualifikationen vermittelt, wobei individuelle Interessen und Schwerpunktsetzungen durch umfassende Wahlmöglichkeiten gefördert werden:

Fachliche und methodische Kenntnisse

- Vertiefende mathematische Grundlagen und Methoden
- Vertiefende Konzepte und Methoden in spezifischen Gebieten der Technischen Informatik (insbesondere Digital Circuits and Systems, Digital Signal Processing and Communication, Dependable Distributed Real-Time Systems, Formal Analysis and Verifikation) sowie in zentralen Anwendungsgebieten wie Automation
- Vertiefende Grundlagen und Methoden in ausgewählten Gebieten anderer technischer Wissenschaften

Kognitive und praktische Fertigkeiten

- 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, Innovationskompetenz und Kreativität

- Kreativität und Innovationskompetenz
- Multidisziplinäre Teamarbeit
- Übernahme von Entscheidungsverantwortung
- Gesellschaftliche Verantwortung und kritische Reflexion des eigenen Handelns

Dementsprechend ist das Masterstudium *Technische Informatik*, neben der wissenschaftlich-methodischen Vertiefung, primär der Integration von Informatik, Mathematik und Elektrotechnik gewidmet. Praktisch wird dies durch Verschmelzung von (3 von) 4 Schlüsselbereichen (key areas) der Technischen Informatik erreicht:

- Digital Signal Processing and Communication
- Digital Circuits and Systems
- Dependable Distributed Real-Time Systems
- Formale Verifikation und Analyse

Jeder dieser Schlüsselbereiche wird durch ein eigenes Prüfungsfach, bestehend aus einem Basis-Modul und einem Wahlfach-Modul, repräsentiert; gegebenenfalls kommen noch entsprechende Auflagen für die Studienzulassung dazu. Maximal einer der Schlüsselbereiche kann zur Gänze ausgewählt werden.

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 Wahl* verwendet werden.

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
Elektrotechnische Grundlagen
Rechnerstrukturen und Betriebssysteme
oder *Microcontroller und Betriebssysteme*

des Bachelorstudiums *Technische Informatik* vermittelt werden. Weiters sind in den Schlüsselbereichen Qualifikationen äquivalent zu jenen der Module

Digital Design
Signale und Systeme
Zuverlässige Echtzeitsysteme

nachzuweisen; eine dieser Voraussetzungen kann bei Abwahl des jeweiligen Schlüsselbereichs entfallen.

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

- Bachelor *Technische Informatik*: Keine Auflagen.
- Bachelor *Software & Information Engineering*: *Elektrotechnische Grundlagen* sowie Schlüsselbereiche *Digital Design*, *Signale und Systeme*, *Zuverlässige Echtzeitsysteme*.
- Bachelor *Medizinische Informatik* sowie *Medieninformatik und Visual Computing*: *Elektrotechnische Grundlagen*, *Betriebssysteme* sowie Schlüsselbereiche *Digital Design*, *Signale und Systeme*, *Zuverlässige Echtzeitsysteme*.

- Bachelor *Elektrotechnik: Algorithmen und Datenstrukturen, Theoretische Informatik und Logik, Rechnerstrukturen und Betriebssysteme* sowie Schlüsselbereich *Zuverlässige Echtzeitsysteme*.

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.

Lernunterlagen können in englischer Sprache abgefasst sein; weiters werden manche Lehrveranstaltungen auf Englisch angeboten. Daher werden Englischkenntnisse nach Referenzniveau B1 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen empfohlen.

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.

Wahlfächer können aus beliebigen Wahl-Modulen frei gewählt werden, sodass insgesamt (zusammen mit der Diplomarbeit und den fachübergreifende Qualifikationen und freien Wahlfächern) 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.

Maximal einer der Schlüsselbereiche kann zur Gänze abgewählt werden: Das entsprechende Basisfach kann durch ein beliebiges Wahlfach ersetzt werden, die entsprechenden Auflagen entfallen; in diesem Falle dürfen aber keine Wahlfächer aus dem zugehörigen Wahlfach-Modul gewählt werden.

Mathematics and Theoretical Computer Science

Discrete Mathematics (9 Ects)

Formal Methods in Computer Science (6.0 Ects)

Wahlmodul Mathematics and Theoretical Computer Science

Algorithms and Programming

Advanced Programming (10.5 Ects)

Wahlmodul Algorithms and Programming

Systems Engineering

Embedded Systems Engineering (6 Ects)

Wahlmodul Embedded Systems Engineering (≥ 6 Ects)

Designing Technosocial Systems (6 Ects)

Dependable Distributed Real-Time Systems

Verteilte Algorithmen (6 Ects)

Wahlmodul Dependable Distributed Real-Time Systems

Digital Circuits and Systems

HW/SW Codesign (6 Ects)

Wahlmodul Digital Circuits and Systems

Digital Signal Processing and Communication

Stochastische Signalverarbeitung (4.5 Ects)

Wahlmodul Digital Signal Processing and Communication

Formal Verification and Analysis

Computer-Aided Verification (6 Ects)

Wahlmodul Formal Verification and Analysis

Verbreiterung/Vertiefung

Wahlmodul Automation

Wahlmodul Verbreiterung

Fachübergreifende Qualifikationen und freie Wahl

Fachübergreifende Qualifikationen (4.5 Ects)

Freie Wahl (max. 4.5 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 (6.0 Ects)
Innovation Planning (6.0 Ects)
Innovation Implementation (6.0 Ects)
Innovation Practice (12.0 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 Curriculum des Ergänzungsstudiums *Innovation* in Anhang E sowie den Modulbeschreibungen zu entnehmen.

Kurzbeschreibung der Module

Dieser Abschnitt führt die Module des Masterstudiums *Technische Informatik* in alphabetischer Reihenfolge an und charakterisiert sie kurz. Eine ausführliche Beschreibung ist in Anhang A zu finden.

Advanced Programming (10.5 Ects) Aufbauend auf Kenntnissen aus formalen Methoden der Informatik werden Fähigkeiten vermittelt, die über grundlegende sequentielle Programmierung hinausgehen. Dies betrifft im speziellen die Programmierung nebenläufiger Kontrollflüsse unter Bezugnahme auf Echtzeitbedingungen, deren subtile Probleme und Herausforderungen eingehend behandelt werden. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Verifikation nicht-funktionaler Eigenschaften basierend auf formaler Semantik. Alle behandelten Aspekte, insbesondere die Programmierung, die Semantik-Definition von Programmkonstrukten und die Verifikation nicht-funktionaler Eigenschaften, werden durch praktische und theoretische Übungen vertieft.

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.

Designing Technosocial Systems (6 Ects) Dieses Modul bietet Studierenden mit einer Ausbildung im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien eine anspruchsvolle Einführung in theoretische Grundlagen der Einbettung dieser Technologien in soziale Zusammenhänge. Es werden Kenntnisse aus der sogenannten Philosophy

of Information und dem Gebiet Science–Technology–Society, im besonderen der Technikfolgenabschätzung und Technikgestaltung, mit Fokus auf Computerisierung, Automatisierung und Mediatisierung vermittelt. Die Studierenden werden dazu angehalten, diese Kenntnisse auf die bereits im Studium erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten anzuwenden. Damit werden sie zu einer verantwortlichen Gestaltung technosozialer Systeme befähigt.

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.

Embedded Systems Engineering (6 Ects) Das Modul bietet eine fortgeschrittene Einführung in den Entwicklungsprozess eingebetteter Systeme. Ziel des Moduls ist die Zusammenführung von erworbenen Fähigkeiten und Wissen aus verschiedenen Teilbereichen der technischer Informatik, wie sie heutzutage für den Entwurf und die Implementierung eines derartigen Systems im industriellen Umfeld unabdingbar ist. Insbesondere werden Aspekte der Sicherheit, Echtzeit, sowie der Kommunikation in verteilten Systemen behandelt. Durch die praktische Verwendung industriell eingesetzter Technologien und Werkzeuge wird das theoretische Wissen über den Entwicklungsprozess konkretisiert und an Hand von praxisrelevanten Aufgabenstellungen erprobt.

Fachübergreifende Qualifikationen (4.5 Ects) Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen dem Erwerb fachübergreifender Qualifikationen wie zum Beispiel: Verhandlungsführung, Präsentations- und Kommunikationstechnik, systematische Recherche und Planung, Konfliktmanagement, Teamfähigkeit und Führung, Organisation und Management, Betriebsgründung und Finanzierung, Verständnis rechtlicher Rahmenbedingungen, Verbesserung von Fremdsprachenkenntnissen.

Formal Methods in Computer Science (6.0 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.

Freie Wahl (max. 4.5 Ects) Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

HW/SW Codesign (6 Ects) Wesentliches Ziel dieses Moduls ist das Zusammenführen der bis dahin isoliert erworbenen Kenntnisse in HW- und SW-Design und das Umsetzen einer komplexeren Applikation bestehend aus selbst zu entwerfenden HW- und SW-Teilen. Die globale Optimierung des Gesamtsystems hinsichtlich typischer Kriterien wie Ressourcenverbrauch und Performance spielt dabei eine zentrale Rolle. Der Bogen der einzusetzenden Kenntnisse reicht von digitaler Logik über FPGA-Design und Prozessorarchitektur bis hin zu Software-Implementierung in einer Hochsprache bzw. auch in Assembler. Es soll ein tiefes Verständnis des Zusammenspiels sowie der grundlegenden Eigenschaften von SW einerseits und HW andererseits vermittelt werden.

Innovation Implementation (6.0 Ects) This is the third module out of four of the supplementary curriculum on innovation. It focuses on the implementation of innovati-

ons. It comprises practical aspects such as legal, financial, and social issues, which are complementary to and often critical for the innovation process.

Innovation Planning (6.0 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 (12.0 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.

Innovation and Creativity (6.0 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.

Stochastische Signalverarbeitung (4.5 Ects) Das Modul bietet eine fundierte, fortgeschrittene Einführung in die Theorie, mathematischen Beschreibung und elementaren Verarbeitung von Zufallsvariablen, Zufallsvektoren und Zufallssignalen (stochastischen Prozessen), sowie deren praktische Anwendung. Durch begleitende Übungen wird die mathematische Durchdringung der Verarbeitung stochastischer Signale sichergestellt und Grundfertigkeiten im Design und der Analyse geeigneter Verfahren zur Verarbeitung spezieller Signale in verschiedenen Anwendungsgebieten vermittelt.

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 LVAs, 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 Dieses Modul enthält LVAs, 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 Dependable Distributed Real-Time Systems Dieses Modul enthält LVAs, die der Vertiefung dieses Schlüsselbereichs der Technischen 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 Digital Circuits and Systems Dieses Modul enthält LVAs, die der Vertiefung dieses Schlüsselbereichs der Technischen 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 Digital Signal Processing and Communication Dieses Modul enthält LVAs, die der Vertiefung dieses Schlüsselbereichs der Technischen 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 Embedded Systems Engineering (≥ 6 Ects) Dieses Modul enthält Lehrveranstaltungen, von denen (mindestens) 6 ECTS für die integrierende Projektarbeit im Modul *Embedded Systems Engineering* gewählt werden müssen. Die Wahl ist frei, allerdings müssen zusammengehörige VO+UE/LU gemeinsam gewählt werden.

Wahlmodul Formal Verification and Analysis Dieses Modul enthält LVAs, die der Vertiefung dieses Schlüsselbereichs der Technischen 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 Mathematics and Theoretical Computer Science Dieses Modul enthält LVAs, 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 LVAs, 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 Universitätsgesetzes beurteilt. Die Arten der Lehrveranstaltungsbeurteilungen sind in der Prüfungsordnung (siehe 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 in der Rechtsabteilung auf.

7. Prüfungsordnung

Den Abschluss des Masterstudiums bildet die Diplomprüfung. Sie beinhaltet

- (a) die erfolgreiche Absolvierung aller im Curriculum vorgeschriebenen Module, wobei ein Modul als positiv absolviert gilt, wenn die ihm zuzurechnenden Lehrveranstaltungen gemäß Modulbeschreibung 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 des Satzungsteil *Studienrechtliche Bestimmungen* 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 Abs. 1 des Satzungsteil *Studienrechtliche Bestimmungen* 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 § 73 Abs. 3 UG 2002,
- (e) 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 als oder 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.

Es wird empfohlen, das Studium nach dem Semestervorschlag in Anhang C zu absolvieren. Für Studierende, die ihr Studium im Sommersemester beginnen, wird der modifizierte Semestervorschlag in Anhang D empfohlen.

Die Anerkennung von im Ausland absolvierten Studienleistungen erfolgt durch das 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.

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 30.0 ECTS-Punkten bewertet, wobei der kommissionellen Gesamtprüfung 3.0 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* – verliehen (englische Übersetzung *Master of Science*, abgekürzt *MSc*).

11. Integriertes Qualitätsmanagement

Das integrierte Qualitätsmanagement gewährleistet, dass das Curriculum des Masterstudiums *Technische Informatik* konsistent konzipiert ist, effizient abgewickelt und regelmäßig überprüft bzw. kontrolliert wird. Geeignete Maßnahmen stellen die Relevanz und Aktualität des Curriculums sowie der einzelnen Lehrveranstaltungen im Zeitablauf

sicher; für deren Festlegung und Überwachung sind das Studienrechtliche Organ und die Studienkommission zuständig.

Die Studienkommission unterzieht das Curriculum in einem dreijährigen Zyklus einem Monitoring, unter Einbeziehung wissenschaftlicher Aspekte, Berücksichtigung externer Faktoren und Überprüfung der Arbeitsaufwände, um Verbesserungspotentiale des Curriculums zu identifizieren und die Aktualität zu gewährleisten.

Die semesterweise Lehrveranstaltungsbeurteilung liefert, ebenso wie individuelle Rückmeldungen zum Studienbetrieb an das Studienrechtliche Organ, für zumindest die Pflichtlehrveranstaltungen ein Gesamtbild für alle Beteiligten über die Abwicklung des Curriculums. Insbesondere können somit kritische Lehrveranstaltungen identifiziert und in Abstimmung zwischen studienrechtlichem Organ, Studienkommission und Lehrveranstaltungsleitung geeignete Anpassungsmaßnahmen abgeleitet und umgesetzt werden.

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.

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

Die diversen Wahlpflicht-Module erlauben eine gewisse Vertiefung und/oder Verbreiterung in einem für die Technische Informatik relevanten Gebiet. Aufgenommene Vertiefungs-LVAs müssen folgenden Kriterien genügen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechend Pflicht-LVAs.
- LVAs ohne UE-Anteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen.
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise.
- Thema passend zum Qualifikationsprofil der TI.
- Inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahl-LVAs.
- Vertiefender Charakter (spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bakk-Abschlußniveau).

Aufgenommene Verbreiterungs-LVAs müssen folgenden Kriterien genügen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechend Pflicht-LVAs.
- LVAs ohne UE-Anteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen.
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise.
- Thema passend zum Qualifikationsprofil der TI.

- Thematische Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahl-LVAs.
- LVAs müssen Pflicht oder Wahlpflicht in einem regulären Master-Studium an der TU sein.

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

Dieses Curriculum tritt mit 1. Oktober 2012 in Kraft.

13. Übergangsbestimmungen

Die Übergangsbestimmungen werden gesondert im Mitteilungsblatt verlautbart und liegen in der Rechtsabteilung der Technischen Universität Wien auf.

A. Modulbeschreibungen

Advanced Programming

Regelarbeitsaufwand: 10.5 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Fähigkeiten zum Entwurf von nebenläufigen Programm-Systemen und Bewusstsein der dabei auftretenden Probleme
- Fähigkeit zur formalen Semantik-basierten Spezifikation und Argumentation
- Definition, Analyse und Anwendung der Semantik von Programmkonstrukten
- Methoden zur Verifikation nicht-funktionaler Eigenschaften paralleler Programm-Systeme

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Die Auseinandersetzung mit nebenläufigen Programm-Systemen und den dabei auftretenden Probleme vermittelt

- die Fähigkeit zur praktischen problembewussten Implementierung paralleler Programm-Systeme
Die Auseinandersetzung mit Methoden zur Verifikation nicht-funktionaler Eigenschaften paralleler Programm-Systeme vermittelt
- die Fähigkeit zur praktischen Durchführung der Verifikation nicht-funktionaler Eigenschaften paralleler Programm-Systeme
Die Auseinandersetzung mit formalen Methoden der Semantik vermittelt
- die Fähigkeit zur praktischen Semantik-basierten Programmanalyse und zur Semantik-Definition neuer Programmkonstrukte

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Folgende Kompetenzen werden besonders gefördert:

- Problembewusstsein und Eigenverantwortlichkeit
- Fähigkeit zur Abstraktion und Argumentation
- Umgang mit formalen Beschreibungen und Methoden

Inhalt: Integration von Semantik von Programmiersprachen und praktischer paralleler und Echtzeitprogrammierung sowie Verifikation nicht-funktionaler Eigenschaften paralleler Programm-Systeme:

- Grundlegende Ansätze für Semantik-Definitionen von Programmkonstrukten (denotationelle, operationale und axiomatische Semantik)
- Semantik von imperativen und nebenläufigen Programmen
- Programmkonstrukte für parallele Programmierung
- Programmkonstrukte für Echtzeitprogrammierung
- Methoden der Verifikation nicht-funktionaler Eigenschaften

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Kenntnisse über eine systematische, konstruktive Vorgehensweise bei der Erstellung und Evaluation von sequentiellen Programmen
- Formale Methoden der Informatik
- Fähigkeit zur abstrakten, formalen und logischen Analyse und Argumentation

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- die praktische Fähigkeit zur Konstruktion von sequentiellen Programmen,
- eine abstrakte und systemorientierte Denkweise in der Programmierung,
- sowie die Fähigkeit zum Einsatz einfacher formaler und informeller Methoden bei der Erstellung und Evaluation von Programmen.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Selbstorganisation und Eigenverantwortlichkeit
- Fähigkeit mathematische und formale Konzepte in der Praxis anzuwenden

Diese Voraussetzungen werden in folgenden Modulen vermittelt: *Programmkonstruktion, Formal Methods in Computer Science, Theoretische Informatik und Logik, Rechnerstrukturen und Betriebssysteme*

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vorlesungen (teilweise geblockt) zu den Themen

- Einführung in die Programmierung von parallelen und Echtzeit-Systemen
- Methoden der Verifikation nicht-funktionaler Eigenschaften nebenläufiger Programme
- Vorstellung und Vergleich von unterschiedlichen Semantik-Definitionen von Programmkonstrukten (denotationelle, operationale und axiomatische Semantik)

mit begleitenden theoretisch-praktischen Übungen, in denen ausgewählte Beispiele spezifiziert, programmiert, semantisch formalisiert und verifiziert werden. Leistungsfeststellung durch Beurteilung der gelösten Beispielprogramme, Verifikationen und Semantik-Aufgaben sowie durch Tests.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

4.5/3.0 VU Semantik von Programmiersprachen

6.0/4.0 VU Parallele und Echtzeitprogrammierung

Computer-Aided Verification

Regelarbeitsaufwand: 6 Ects

Bildungsziele:

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

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- 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, Innovationskompetenz und Kreativität: 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 Kenntnisse:

- Programming Languages
- Logic
- Theoretical Computer Science

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Algorithmic, mathematical and logical reasoning skills
- Implementation skills

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Interdisciplinarity between mathematical methods and practical computer science .

Diese Voraussetzungen werden in folgenden Modulen vermittelt: *Programmkonstruktion, Algorithmen und Datenstrukturen, Theoretische Informatik und Logik, Formal Methods in Computer Science*

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte 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: Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

3.0/2.0 VU Computer-Aided Verification

3.0/2.0 UE Computer-Aided Verification

Designing Technosocial Systems

Regelarbeitsaufwand: 6 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Students acquire, for tailoring their methodologies of designing socially embedded systems, theoretical knowledge in the fields of

- Information Ethics
- Information concepts
- Philosophy of Science
- Science–Technology–Society with special focus on ICTs

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Students develop skills

- to reflect different perspectives of computer science
- to get aware of impacts of technology design on society
- to understand multi-, inter- and transdisciplinary needs
- to discriminate between mathematical, empirical and engineering approaches
- to choose and tailor the appropriate methodology
- to better master complexity

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Students are capacitated

- to feel comfortable with teams going beyond disciplines
- to respond to the requirement to take social responsibility
- to balance formal and informal requirements

Inhalt: Theoretical foundations: Philosophy of Information (Computing and Philosophy) and Science–Technology–Society with special focus on ICTs (Information and Society):

Computing and Philosophy issues: Location of informatics in the classification of disciplines; ways of thinking (reduction, projection, dichotomisation, integration); transdisciplinarity in science and engineering; information processing and information generation; system theoretical concepts; computers and information ethics. Information and Society issues: Information society theory and empirical studies; global challenges; technological systems as social systems; the quest for automation and impacts on society (disaster analysis); design requirements for socially embedded systems; law aspects: liabilities, certification.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Bachelor-level knowledge of computer systems and information processing in cyber-physical systems.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Bachelor-level Reading and writing skills.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Interest in inter- and transdisciplinary issues in information sciences and technology.

Diese Voraussetzungen werden in folgenden Modulen vermittelt:

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Lectures with accompanying practicals in which the students make use of the new knowledge when applying the different skills and capabilities they have been trained in on the Bachelor-level. Working in groups is permitted. The students give presentations of the results, author written reports and perform tests.

Lehrveranstaltungen des Moduls: The course on *Computing and Philosophy* is obligatory. Of the other two, one has to be selected.

3.0/2.5 VU Computing and Philosophy

3.0/2.5 VU Information and Society

3.0/2.0 SE Neue Technologien und sozialer Wandel

Discrete Mathematics

Regelarbeitsaufwand: 9 Ects

Bildungsziele:

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

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: 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 Kenntnisse: Bachelor-level courses in Algebra and Discrete Mathematics, Analysis, and Algorithms.

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: 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.

Angewandte 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: Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

- 4.0/4.0 VO Discrete Mathematics
- 5.0/2.5 UE Discrete Mathematics

Embedded Systems Engineering

Regelarbeitsaufwand: 6 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Theoretischen Grundlagen zum Entwurf verteilter Echtzeitsysteme
- Theoretische Grundlagen zur kognitiven Komplexität
- Grundlagen der Zertifizierung

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Konzeptuelle Modelle für den Systementwurf
- Integration von Wissen und Fähigkeiten aus verschiedenen Ingenieursdisziplinen wie Regelungstechnik, Kommunikationstechnik und Software Engineering
- Einsicht in den gesamten Entwicklungszyklus bestehend aus Systemanalyse, Spezifikation, Entwurf, Testen, Simulation und Validierung
- Dokumentation eigener Resultate

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Förderung der sozialen Kompetenzen durch Projektarbeiten im Team
- Förderung der eigenen Innovationskompetenz durch das Erlernen von State-Of-The-Art Technologien
- Förderung der Eigeninitiative und Kreativität durch die Möglichkeit der Wahl von Projektarbeiten, die nach eigenen Lösungswegen verlangen

Inhalt: Dieses Modul bietet eine Einführung in den Entwurf eingebetteter Systeme. Dazu werden theoretische Grundlagen in den Bereichen kognitiver Komplexität, Entwurf verteilter Systeme, Software-Engineering, Echtzeitverhalten, Gleichzeitigkeit, Determinismus, Models-of-Computation, Modelbasierte Entwicklung, Systemsicherheit und Zertifizierung vermittelt.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Neben Bachelor-level Kenntnissen und Methoden in den Gebieten Elektrotechnik, Microcontroller-Programmierung, Modellierung und Simulation, Regelungstechnik, zuverlässige Echtzeitsysteme und Automation sind für das Integrationsprojekt fortgeschrittene Kenntnisse und Methoden in mindestens zwei der vier Schlüsselbereiche

- Digital Signal Processing and Communication
- Digital Circuits and Systems
- Dependable Distributed Real-Time Systems
- Formale Verifikation und Analyse

erforderlich, ebenso im Design Technosozialer Systeme.

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Systemnahe Programmierung (C)
- Umgang mit MATLAB/SimuLink

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Teamfähigkeit
- Interesse an interdisziplinären Problemstellungen.

Diese Voraussetzungen werden in folgenden Modulen vermittelt: *Elektrotechnische Grundlagen, Rechnerstrukturen und Betriebssysteme, Microcontroller und Betriebssysteme, Regelungstechnik, Zuverlässige Echtzeitsysteme, Dezentrale Automation, Designing Technosocial Systems* und *Grundlagen Digitaler Systeme* oder *Modellierung*, sowie in den Schlüsselbereichen *Verteilte Algorithmen, Computer-Aided Verification, Stochastische Signalverarbeitung, HW/SW Codesign*.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die theoretischen, konzeptuellen und methodischen Grundlagen des Entwurfs moderner eingebetteter Systeme werden in einer Vorlesung vorgestellt. Anhand von begleitenden Übungen werden die zentrale Aspekte mit Hilfe industrierelevanter Werkzeuge und Technologien veranschaulicht. Die Anwendung dieser Grundlagen in der Praxis erfolgt in einem umfangreicheren Integrationsprojekt oder einer ähnlichen Lehrveranstaltung (typischerweise im Team zu erledigen), die aus dem Wahlmodul Systems Engineering gewählt werden kann. Die Leistungsfeststellung erfolgt durch Beispielabgaben und Prüfungen/Tests.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:

- 3.0/3.0 VO Embedded Systems Engineering
- 3.0/3.0 LU Embedded Systems Engineering

Fachübergreifende Qualifikationen

Regelarbeitsaufwand: 4.5 Ects

Bildungsziele: Durch dieses Modul sollen Studierende Qualifikationen erwerben, die über die für das Studium typischen fachlichen Kenntnisse und Fertigkeiten hinausgehen und im Berufsalltag eine wesentliche Rolle spielen, wie zum Beispiel: Verhandlungsführung, Präsentations- und Kommunikationstechnik, systematische Recherche und Planung, Konfliktmanagement, Teamfähigkeit und Führung, Organisation und Management, Betriebsgründung und Finanzierung, Verständnis rechtlicher Rahmenbedingungen, Verbesserung von Fremdsprachenkenntnissen.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls sind im Umfang von mindestens 4.5 Ects aus dem von der Technischen Universität Wien verlautbarten Katalog von Lehrveranstaltung zum Erwerb von fachübergreifenden Qualifikationen sowie aus den folgenden Lehrveranstaltungen.

- 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 Präsentations- und Verhandlungstechnik
- 3.0/2.0 SE Rechtsinformationsrecherche 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 SE Wissenschaftliche Methodik
3.0/2.0 VO Zwischen Karriere und Barriere

Formal Methods in Computer Science

Regelarbeitsaufwand: 6.0 Ects

Bildungsziele:

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

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

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

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Presentation skills to demonstrate the results of home exercises.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: The module consists of one course which comprises classroom lectures and an exercise part. 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

Freie Wahl

Regelarbeitsaufwand: max. 4.5 Ects

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

Lehrveranstaltungen des Moduls: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls können frei aus dem Angebot an wissenschaftlichen/künstlerischen Lehrveranstaltungen aller anerkannten in- und ausländischen Universitäten gewählt werden, sofern sie der Vertiefung des Faches oder der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen dienen. Der Umfang der frei wählbaren Lehrveranstaltungen ergänzt den Umfang der übrigen im Studium absolvierten Lehrveranstaltungen auf 90 Ects (oder mehr), wobei ihr Anteil daran 4.5 Ects nicht übersteigen darf.

HW/SW Codesign

Regelarbeitsaufwand: 6 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Verständnis der Vorzüge und Limitierungen einer Implementierung in HW bzw. in SW, Tradeoffs
- Performance-Analyse und Identifikation von Bottlenecks
- systematische Partitionierung einer Gesamtaufgabe in HW und SW
- Systems Engineering

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Entwurf, Optimierung und Inbetriebnahme eines Gesamtsystems aus Prozessor, selbst entworfenen HW-Modulen (auf FPGA), Software (incl. Treibern)
- Interfacing zwischen HW und SW

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Kreativität beim Finden von Optimierungspotenzial und beim Partitioning
- Teamarbeit, Koordination der Lösung eines größeren Gesamtprojekts im Team
- Präsentationstechnik

Inhalt:

- Kostenfaktoren bei Embedded Systems

- Stärken und Schwächen von HW bzw. SW
- Optimierungskriterien für Embedded Systems
- Rapid Prototyping
- HW/SW-Partitioning
- Funktionseinheiten und Kommunikation in SoCs

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Hardwareentwurf und Designflow für FPGA
- Grundkenntnisse von Prozessorarchitekturen und Performance
- Kenntnis der Sprache C, Programmentwurf, Compiler-Tools, Assembler

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Programmieren in VHDL und Umgang mit HW-Synthese-Tools für FPGA
- Programmieren in C sowie Umgang mit einer Compiler-Toolchain
- Umgang mit und Programmierung von low-level Treibern

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- Fähigkeit zur Teamarbeit
- Grundlegende Präsentationstechnik

Diese Voraussetzungen werden in folgenden Modulen vermittelt: *Rechnerstrukturen und Betriebssysteme, Microcontroller und Betriebssysteme, Digital Design, Elektrotechnische Grundlagen*

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Wöchentliche Vorlesung: Neben "klassischen" Frontalvorträgen gibt es auch Aufgaben/Fragestellungen die in Kleingruppen zu diskutieren sind und danach jeweils von einem Sprecher präsentiert werden.
- Geblockte Laborübung in Kleingruppen (ca. 3 Teilnehmer): Vorgabe einer reinen SW-Lösung mit ungenügender Performanz, Vorgabe von quantitativen Optimierungskriterien (Kostenfunktion). Aufgabe besteht in (i) Analyse der Anwendung (ii) Auslagerung von Funktionalität in HW, (iii) Optimierung der verbleibenden SW, (iv) Interfacing von HW und SW. Präsentation der Ergebnisse vor den anderen Gruppen.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen:
1.5/1.5 VU HW/SW Codesign
4.5/4.5 LU HW/SW Codesign

Innovation Implementation

Regelarbeitsaufwand: 6.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

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

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Company foundation.
- Enterprise expansion.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- 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 Kenntnisse:

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

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- 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, Innovationskompetenz und Kreativität:

- 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*, *Innovation Planning*.

Verpflichtende Voraussetzungen: Innovation and Creativity, Innovation Planning.

Angewandte 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: 6.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

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

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- 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 Kenntnisse:

- Innovation theory and management.
- Creativity techniques.

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Formulation of business ideas.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- 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.

Angewandte 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: 12.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

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

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- 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 Kenntnisse:

- 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 Fertigkeiten:

- 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, Innovationskompetenz und Kreativität:

- 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*, *Innovation Implementation*.

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

Angewandte 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

Innovation and Creativity

Regelarbeitsaufwand: 6.0 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Innovation theory and management.
- Creativity techniques.

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Formulation of business ideas.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

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

Inhalt: This module 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 Kenntnisse:

- Knowledge in Computer Science and/or Business Informatics.

Kognitive und praktische Fertigkeiten:

- Ability to work in groups.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität:

- 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.

Angewandte 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

Stochastische Signalverarbeitung

Regelarbeitsaufwand: 4.5 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Fundierte Kenntnisse der Theorie, mathematischen Beschreibung und elementaren Verarbeitung von Zufallsvariablen, Zufallsvektoren und Zufallssignalen (stochastischen Prozessen), sowie deren praktische Anwendung.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Mathematische Durchdringung der Verarbeitung stochastischer Signale; Grundfertigkeiten im Design und Analyse geeigneter Verfahren zur Verarbeitung spezieller Signale.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Einsatz mathematischer Methoden zur wissenschaftlich fundierten Lösung von Anwendungsproblemen im Bereich Signalverarbeitung.

Inhalt:

- Eine Zufallsvariable: Verteilungsfunktion (cdf) und Dichtefunktion (pdf), diskrete Zufallsvariablen, Transformation von Zufallsvariablen, bedingte cdf und pdf, Momente, Charakteristische Funktion, Ungleichungen, bedingte Erwartungswerte, spezielle Verteilungen.
- Zwei Zufallsvariablen: Verbund-cdf und -pdf, diskrete Zufallsvariablen, Transformation von Zufallsvariablen, bedingte cdf und pdf, Momente, Korrelation, Kovarianz, statistische Unabhängigkeit, Orthogonalität und Unkorreliertheit, charakteristische Funktion, bedingte Erwartungswerte, spezielle Verteilungen, komplexe Zufallsvariablen, Zirkularsymmetrie.
- Zufallsvektoren: cdf und pdf, diskrete Zufallsvektoren, Transformation von Zufallsvektoren, bedingte cdf und pdf, Mittelwert, Korrelationsmatrix, Kovarianzmatrix, statistische Unabhängigkeit, Orthogonalität und Unkorreliertheit, charakteristische Funktion, bedingte Erwartungswerte, spezielle Verteilungen, komplexe Zufallsvektoren, Karhunen-Loeve-Zerlegung, Dekorrelationstransformation, Innovationsdarstellung, MMSE-Schätzung, LMMSE-Schätzung (Wiener-Filter), ML-Schätzung.
- Zufallssignale (stochastische Prozesse): pdf, Stationarität, Beschreibung zweiter Ordnung (Mittelwert, Autokorrelationsfunktion), Zyklstationarität, Leistungsdichtespektrum, Kreuzkorrelationsfunktion und Kreuz-Leistungsdichtespektrum, Wirkung linearer Systeme, Zeitmittelwerte und Ergodizität, zeitdiskrete Zufallssignale, spezielle Zufallssignale, komplexe Zufallssignale und Zirkularsymmetrie, Dekorrelationsfilter, Innovationsfilter, Wold-Zerlegung, AR-, MA- und ARMA-Prozesse, LMMSE-Schätzung (Wiener-Filter), lineare Prädiktion.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- Bachelor-Kenntnisse in höherer Mathematik (insbesondere Wahrscheinlichkeitstheorie und lineare Algebra)
- Bachelor-Kenntnisse in Signal- und Systemtheorie (Faltung, Fourieranalyse, z-Transformation).

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Vertrautheit mit mathematischer Modellierung und Analyse.

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

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Das Modul setzt sich aus einem Vorlesungsteil, bei dem die theoretischen Konzepte vorgestellt werden, und einem Rechenübungsteil, bei dem die Anwendung des Vorlesungsstoffs illustriert wird, zusammen.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen: 4.5/3.0 VU Verarbeitung stochastischer Signale

Verteilte Algorithmen

Regelarbeitsaufwand: 6 Ects

Bildungsziele:

Fachliche und methodische Kenntnisse:

- 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 Fertigkeiten:

- 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, Innovationskompetenz und Kreativität:

- 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 Kenntnisse: Diskrete Mathematik; mathematischen Analyse von sequentiellen Algorithmen; Grundlagen Transition Systems.

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: 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.

Angewandte 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: Das Modul besteht aus folgenden Lehrveranstaltungen: 6.0/4.0 VU Distributed Algorithms

Wahlmodul Algorithms and Programming

Regelarbeitsaufwand:

Bildungsziele:

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

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten.

Inhalt: Aufgenommene LVAs müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechend Pflicht-LVAs
- LVAs ohne UE-Anteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil der TI
- Thematische und inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahl-LVAs

- LVAs können vertiefenden oder verbreiternden Charakter haben:
 - Vertiefung: Spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bakk-Abschlussniveau
 - Verbreiterung: LVAs müssen Pflicht oder Wahlpflicht in einem ordentlichen Master-Studium an der TU sein

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für die gewählten LVAs erforderliche Kenntnisse.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Für die gewählten LVAs erforderliche Fertigkeiten.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Für die gewählten LVAs erforderliche Kompetenzen.

Diese Voraussetzungen werden können in Modulen erworben werden, die in den enthaltenen LVAs individuell angegeben sind.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Individuell nach gewählten LVAs.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

- 6.0/4.0 VU Algorithmics
- 5.0/3.0 VO Analysis of Algorithms
- 4.0/2.0 UE Analysis of Algorithms
- 3.0/2.0 VO Codegeneratoren
- 3.0/2.0 VU Optimierende Übersetzer
- 3.0/2.0 VU Parallele Algorithmen
- 4.0/3.0 VU Weiterführende Multiprocessor Programmierung

Wahlmodul Automation

Regelarbeitsaufwand:

Bildungsziele:

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

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten.

Inhalt: Aufgenommene LVAs müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechend Pflicht-LVAs

- LVAs ohne UE-Anteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil der TI
- Inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahl-LVAs
- LVAs können vertiefenden oder verbreiternden Charakter haben:
 - Vertiefung: Spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bakk-Abschlußniveau
 - Verbreiterung: LVAs müssen Pflicht oder Wahlpflicht in einem ordentlichen Master-Studium an der TU sein

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für die gewählten LVAs erforderliche Kenntnisse.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Für die gewählten LVAs erforderliche Fertigkeiten.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Für die gewählten LVAs erforderliche Kompetenzen.

Diese Voraussetzungen werden können in Modulen erworben werden, die in den enthaltenen LVAs individuell angegeben sind.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Individuell nach gewählten LVAs.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

- 3.0/2.0 VO Komponenten der Automatisierung
- 6.0/4.0 VU Systemtechnik
- 4.5/3.0 VO Prozessleittechnik
- 3.0/2.0 VO Machine Vision
- 3.0/2.0 VU Prozessidentifikation
- 4.5/3.0 VO Regelungssysteme
- 4.5/3.0 UE Regelungssysteme
- 3.0/2.0 VU Optimierung
- 3.0/3.0 VU Wireless in Automation
- 4.5/4.5 VU Home and Building Automation
- 3.0/3.0 VU Advanced Distributed Automation

Wahlmodul Dependable Distributed Real-Time Systems

Regelarbeitsaufwand:

Bildungsziele:

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

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten des Schlüsselbereichs.

Inhalt: Aufgenommene LVAs müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechend Pflicht-LVAs
- LVAs ohne UE-Anteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil der TI
- Inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahl-LVAs
- Vertiefender Charakter (spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bakk-Abschlußniveau)

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für die gewählten LVAs erforderliche Kenntnisse.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Für die gewählten LVAs erforderliche Fertigkeiten.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Für die gewählten LVAs erforderliche Kompetenzen.

Diese Voraussetzungen werden können in Modulen erworben werden, die in den enthaltenen LVAs individuell angegeben sind.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Individuell nach gewählten LVAs.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

4.5/3.0 VU Problems in Distributed Computing

4.5/4.5 LU Building Reliable Distributed Systems

3.0/2.0 VU Zeitanalyse von sicherheitskritischen Echtzeitsystemen
3.0/2.0 VU Real-Time Scheduling
6.0/4.0 VU Verteiltes Programmieren mit Space Based Computing Middleware
3.0/2.0 VU Software in Kommunikationsnetzen

Wahlmodul Digital Circuits and Systems

Regelarbeitsaufwand:

Bildungsziele:

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

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten des Schlüsselbereichs.

Inhalt: Aufgenommene LVAs müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechend Pflicht-LVAs
- LVAs ohne UE-Anteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil der TI
- Inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahl-LVAs
- Vertiefender Charakter (spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bakk-Abschlußniveau)

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für die gewählten LVAs erforderliche Kenntnisse.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Für die gewählten LVAs erforderliche Fertigkeiten.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Für die gewählten LVAs erforderliche Kompetenzen.

Diese Voraussetzungen können in Modulen erworben werden, die in den enthaltenen LVAs individuell angegeben sind.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Individuell nach gewählten LVAs.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

6.0/6.0 VU Advanced Digital Design

3.0/2.0 VU Halbleiterphysik

3.0/3.0 VU Vertiefung FPGA-Design

Wahlmodul Digital Signal Processing and Communication

Regelarbeitsaufwand:

Bildungsziele:

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

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten des Schlüsselbereichs.

Inhalt: Aufgenommene LVAs müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechend Pflicht-LVAs
- LVAs ohne UE-Anteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil der TI
- Inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahl-LVAs
- Vertiefender Charakter (spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bakk-Abschlußniveau)

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für die gewählten LVAs erforderliche Kenntnisse.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Für die gewählten LVAs erforderliche Fertigkeiten.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Für die gewählten LVAs erforderliche Kompetenzen.

Diese Voraussetzungen werden können in Modulen erworben werden, die in den enthaltenen LVAs individuell angegeben sind.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Individuell nach gewählten LVAs.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

- 6.0/3.0 VU Deterministische Signalverarbeitung
- 3.0/2.0 VU Quellencodierung
- 4.5/3.0 VU Informationstheorie und Codierung
- 4.0/3.0 VU Digitale Signalverarbeitung, Vertiefung
- 7.0/4.0 VU Signalverarbeitung, Vertiefung
- 3.0/2.0 VU Robuste und verlässliche Kommunikationssysteme
- 4.5/3.0 VU Modulations- und Detektionsverfahren
- 3.0/2.0 VU Impulstechnik
- 3.0/2.0 VU Satellitennavigation

Wahlmodul Embedded Systems Engineering

Regelarbeitsaufwand: ≥ 6 Ects

Bildungsziele:

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

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten.

Inhalt: Aufgenommene LVAs müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Integrierender Charakter: Enthaltene LVAs müssen mindestens zwei der vier Schlüsselgebiete
 - Digital Signal Processing and Communication
 - Digital Circuits and Systems
 - Dependable Distributed Real-Time Systems
 - Formale Verifikation und Analyse

integrieren.

- Umfang mindestens 6 ECTS
- Niveau und Aufwand entsprechend Pflicht-LVAs
- Überwiegender PR/UE-Anteil
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise

- Thema passend zum Qualifikationsprofil der TI
- Thematische und inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahl-LVAs
- LVAs können vertiefenden oder verbreiternden Charakter haben:
 - Vertiefung: Spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bakk-Abschlußniveau
 - Verbreiterung: LVAs müssen Pflicht oder Wahlpflicht in einem ordentlichen Master-Studium an der TU sein

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für die gewählten LVAs erforderliche Kenntnisse.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Für die gewählten LVAs erforderliche Fertigkeiten.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Für die gewählten LVAs erforderliche Kompetenzen.

Diese Voraussetzungen werden können in Modulen erworben werden, die in den enthaltenen LVAs individuell angegeben sind.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Individuell nach gewählten LVAs.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

- 6.0/1.0 PR Embedded Systems Engineering Projektarbeit
- 6.0/1.0 PR Embedded Systems Engineering Scientific Project
- 6.0/6.0 VU Networked Embedded Systems

Wahlmodul Formal Verification and Analysis

Regelarbeitsaufwand:

Bildungsziele:

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

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten des Schlüsselbereichs.

Inhalt: Aufgenommene LVAs müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechend Pflicht-LVAs

- LVAs ohne UE-Anteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil der TI
- Inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahl-LVAs
- Vertiefender Charakter (spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bakk-Abschlußniveau)

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für die gewählten LVAs erforderliche Kenntnisse.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Für die gewählten LVAs erforderliche Fertigkeiten.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Für die gewählten LVAs erforderliche Kompetenzen.

Diese Voraussetzungen werden können in Modulen erworben werden, die in den enthaltenen LVAs individuell angegeben sind.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Individuell nach gewählten LVAs.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3.0/2.0 VU SAT Solving und Erweiterungen

6.0/4.0 VU Hybrid Systems

3.0/2.0 VU Programmanalyse

3.0/2.0 VU Rigorous Systems Engineering

Wahlmodul Mathematics and Theoretical Computer Science

Regelarbeitsaufwand:

Bildungsziele:

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

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten.

Inhalt: Aufgenommene LVAs müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechend Pflicht-LVAs
- LVAs ohne UE-Anteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil der TI
- Thematische und inhaltliche Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahl-LVAs
- LVAs können vertiefenden oder verbreiternden Charakter haben:
 - Vertiefung: Spezifische Vorkenntnisse zumindest auf Bakk-Abschlußniveau
 - Verbreiterung: LVAs müssen Pflicht oder Wahlpflicht in einem ordentlichen Master-Studium an der TU sein

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für die gewählten LVAs erforderliche Kenntnisse.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Für die gewählten LVAs erforderliche Fertigkeiten.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Für die gewählten LVAs erforderliche Kompetenzen.

Diese Voraussetzungen werden können in Modulen erworben werden, die in den enthaltenen LVAs individuell angegeben sind.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Individuell nach gewählten LVAs.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

- 3.0/2.0 VU Komplexitätstheorie
- 3.0/2.0 VU Operations Research
- 3.0/2.0 VU Kryptographie
- 6.0/4.0 VO Functional Analysis 1
- 2.0/1.0 UE Functional Analysis 1
- 5.0/3.0 VO Complex Analysis
- 2.0/1.0 UE Complex Analysis
- 3.0/2.0 VO Funktionentheorie für Lehramt Mathematik
- 2.0/1.0 UE Funktionentheorie für Lehramt Mathematik
- 3.0/2.0 VU Computational Geometry and Topology

Wahlmodul Verbreiterung

Regelarbeitsaufwand:

Bildungsziele:

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

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

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Erweiterte Kompetenzen in den gewählten Teilgebieten.

Inhalt: Aufgenommene LVAs müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Umfang, Niveau und Aufwand entsprechend Pflicht-LVAs
- LVAs ohne UE-Anteil nur in gut begründeten Ausnahmefällen
- Wissenschaftlich oder ingenieurwissenschaftlich solide Herangehensweise
- Thema passend zum Qualifikationsprofil der TI
- Thematische Distanz zu existierenden Pflicht- und Wahl-LVAs
- LVAs/Module müssen Pflicht oder Wahlpflicht in einem ordentlichen Master-Studium an der TU sein

Erwartete Vorkenntnisse:

Fachliche und methodische Kenntnisse: Für die gewählten LVAs erforderliche Kenntnisse.

Kognitive und praktische Fertigkeiten: Für die gewählten LVAs erforderliche Fertigkeiten.

Soziale Kompetenzen, Innovationskompetenz und Kreativität: Für die gewählten LVAs erforderliche Kompetenzen.

Diese Voraussetzungen werden können in Modulen erworben werden, die in den enthaltenen LVAs individuell angegeben sind.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine.

Angewandte Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Individuell nach gewählten LVAs.

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

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)

4.0/4.0 VO Discrete Mathematics

5.0/2.5 UE Discrete Mathematics

6.0/4.0 VU Formal Methods in Computer Science
4.5/3.0 VU Verarbeitung stochastischer Signale
1.5/1.5 VU HW/SW Codesign
4.5/4.5 LU HW/SW Codesign

2. Semester (SS)

4.5/3.0 VU Semantik von Programmiersprachen
6.0/4.0 VU Parallele und Echtzeitprogrammierung
3.0/2.5 VU Computing and Philosophy
3.0/2.5 VU Information and Society
6.0/4.0 VU Distributed Algorithms
3.0/2.0 VU Computer-Aided Verification
3.0/2.0 UE Computer-Aided Verification

3. Semester (WS)

3.0/3.0 VO Embedded Systems Engineering
3.0/3.0 LU Embedded Systems Engineering

D. Semestereinteilung für schiefensteigende Studierende

Wegen der Abhängigkeiten der Module in den ersten beiden Semestern ist das Schiefensteigen zwar grundsätzlich möglich, aber nicht empfehlenswert.

E. 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	30.0 Ects	admission procedure
2	30.0 Ects	6.0 Ects Module <i>Innovation and Creativity</i> 6.0 Ects Module <i>Innovation Planning</i>
3	30.0 Ects	6.0 Ects Module <i>Innovation Implementation</i>
4	30.0 Ects	12.0 Ects Module <i>Innovation Practice</i>
Total	120.0 Ects	30.0 Ects

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