



Modulhandbuch für den Master-Studiengang Technische Informatik - Embedded Systems

Stand: November 2021

Gesamtansprechpartner für das Modulhandbuch:

Der/Die Dekan*in des Fachbereich VI

Aufbau des Masterstudiums Technische Informatik - Embedded Systems

Sem.	Modul						Leistungs- punkte pro Semester
1	Maschinelles Sehen	Schneller Regler- Prototypenent- wurf	Vertiefung Programmierbare Logik	Internet of Things	Vertiefung Echtzeitsysteme	Studium Gene- rale I und II	30
2	Computational Engineering	Modellbildung und Simulation	Konfigurierbare eingebettete Systeme	Autonome mo- bile Systeme	Reinforcement Learning	Wahlpflichtmo- dul	30
3	Abschlussprüfung						30
							Summe 90

Übersicht zu den Modulkoordinatoren

1. Studienplansemester

Modul	Modultitel	Koordinator
M01	Maschinelles Sehen	Prof. Dr. Kristian Hildebrand
M02	Schneller Regler-Prototypenentwurf	Prof. Dr.-Ing. Kessler
M03	Vertiefung Programmierbare Logik	Prof. Dr.-Ing. Gregorius
M04	Internet of Things	Prof. Dr.-Ing. Forler
M05	Vertiefung Echtzeitsysteme	Prof. Dr. von Löwis
M06	Studium Generale I	Dekan/in FB I
M07	Studium Generale II	Dekan/in FB I

2. Studienplansemester

Modul	Modultitel	Koordinator
M08	Computational Engineering	Prof. Dr. Luchko (FB II)
M09	Modellbildung und Simulation	Prof. Dr.-Ing. Gregorius
M10	Konfigurierbare eingebettete Systeme	Prof. Dr.-Ing. Voß
M11	Autonome mobile Systeme	Prof. Dr.-Ing. Sommer
M12	Reinforcement Learning	Prof. Dr.-Ing. Morales Serano
M13	Wahlpflichtmodul	Prof. Dr.-Ing. Sommer

3. Studienplansemester

Modul	Modultitel	Koordinator
M14	Abschlussprüfung	Prof. Dr.-Ing. Sommer

Wahlpflichtmodule

Modul	Modultitel	Koordinator
WP01	Vertiefung Regelungstechnik	Prof. Dr.-Ing. Kessler
WP02	Produktentwicklung und Requirements Engineering	Prof. Dr.-Ing. Schirmacher
WP03	Aktuelle Inhalte zu Embedded Systems	Prof. Dr.-Ing. Sommer

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M01
Titel (deutsch / englisch)	Maschinelles Sehen / Machine Vision
Leistungspunkte	5 LP
Workload	Präsenzzeit: 2 SWS SU + 2 SWS Ü (68 Stunden) Selbststudium: 82 Stunden
Verwendbarkeit	Eigener Studiengang Anerkennung für andere Studiengänge gemäß Rahmenstudien- und -prüfungsordnung
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Studierende beherrschen die Grundlagen von Technologien zur Bildverarbeitung für Anwendungen in Bereichen der Erweiterten Realität (AR) bis hin zum Autonomen Fahren. Dies umfasst Algorithmen zur Verarbeitung großer Bilddatenbanken, Grundlagen des Augmented Reality Trackings sowie aktuelle Methoden des Maschinellen Lernens auf Basis von Bilddaten. Studierende können die in praktischen Programmierübungen vermittelten Kenntnisse zur Bildanalyse selbständig anwenden und implementieren, und sie kennen die Einsatzschwerpunkte, Vorteile und Schwächen der vermittelten Technologien.
Voraussetzungen	keine
Niveaustufe (Dauer)	1. Studienplansemester (einsemestrig)
Lehr- und Lernform	Seminaristischer Unterricht und Übungen
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Sommersemester
Prüfungsform / Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt in den beiden Teilmodulen folgende Prüfungsform: <ul style="list-style-type: none"> - Seminaristischer Unterricht: Abschlussklausur (90 min) - Übung: 14-tägige Ausgabe von Aufgabenblättern; schriftliche Bearbeitung mit Rechneinsatz, Rücksprache (ca. 15 min); Übungsleistungen können nur während der Vorlesungszeit, d. h. im 1. Prüfungszeitraum erbracht werden
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan

Inhalte	<p><u>Im seminaristischen Unterricht</u> wird eine Auswahl aus folgenden Themenbereichen angeboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einführung in die Bildverarbeitung, lokale und globale Operatoren, Hough-Transformation, morphologische Operationen - Einführung in die Bildmerkmalsextraktion z.B. Harris Corner Detector, HOG, SIFT and SURF - Aktuelle Methoden des Maschinellen Sehens zur Realisierung von z.B. 3D Rekonstruktion oder Augmented Reality - Inhaltsbasierte Bild-, Video- oder 3D-Modellsuche - Bildklassifikation, Objekterkennung und Bildsegmentierung unter Nutzung von z.B. Support Vector Machines, Convolutional Neural Networks und Transformer Architekturen - Auto-Encoder und Image Embeddings - Generierung von Bildinhalten bspw. durch Generative Adversarial Networks - Aktuelle Methoden des Maschinellen Sehens zur Realisierung von z.B. 3D Rekonstruktion oder Augmented Reality <p><u>In den Übungen</u> wird</p> <ul style="list-style-type: none"> - selbständig oder in Kleingruppen die Arbeit unter Verwendung der praktisch eingesetzten OpenSource Frameworks OpenCV und PyTorch vertieft - selbstständig die Bearbeitung von Hausaufgaben zu den in der SU besprochenen Themen durchgeführt - in Kleingruppen ein komplexeres Projekt mit praktischem und/ oder forschungsnahem Bezug realisiert
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - http://docs.opencv.org - https://pytorch.org - Computer Vision: Algorithms and Applications, Richard Szeliski, 2010, ISBN-13: 978-1848829343 - Deep Learning. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, 2016, ISBN-10: 0262035618 - Pattern Recognition and Machine Learning, Christopher Bishop, 2007, ISBN-13: 978-0387310732 - Deep Learning with PyTorch, Eli Stevens, Luca Antiga, Thomas Viehmann, 2020, ISBN-10: 1617295264
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten
Raumbedarf	SU-Sem Ü-IT

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M02
Titel (deutsch / englisch)	Schneller Regler-Prototypenentwurf / Rapid Control Prototyping
Leistungspunkte	5 LP
Workload	Präsenzzeit: 2 SWS SU + 2 SWS Ü (68 Stunden) Selbststudium: 82 Stunden
Verwendbarkeit	Eigener Studiengang Anerkennung für andere Studiengänge gemäß Rahmenstudien- und -prüfungsordnung
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	<p>Die Studierenden kennen und verstehen strukturierte Ansätze zur schnellen, zielgerichteten Regler-Auslegung ohne eine Modellbildung, den Unterschied zur klassischen Modellbildung und können die Ansätze verbinden. Sie begreifen die Trennung zwischen dem Entwurf des Reglers und der (in der Regel digitalen) Implementierung (Rapid Control Prototyping).</p> <p>Die Studierenden können mit Hilfe eines Hardware-in-the-Loop (HIL) Ansatzes und modernen Analyseverfahren Regelstrecken identifizieren, statisch und dynamisch beschreiben und nach Linearisierung als LTI-Systeme darstellen. Sie können das Modell und die Regelstrecke sowie den entworfenen Regelkreis parallel simulieren und in Echtzeit betreiben (HIL), um die Qualität zu bewerten.</p>
Voraussetzungen	Empfehlung: Gute Systemtheorie-, Regelungstechnik- und Matlab/ Simulink-Kenntnisse
Niveaustufe (Dauer)	1. Studienplansemester (einsemestrig)
Lehr- und Lernform	Seminaristischer Unterricht mit Laborübungen
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Sommersemester
Prüfungsform / Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<p>Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt in den beiden Teilmodulen folgende Prüfungsform:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Seminaristischer Unterricht: Abschlussklausur (90 min) - Übung: 14-tägige Ausgabe von Aufgabenblättern; schriftliche Bearbeitung mit Rechneinsatz, Rücksprache (ca. 15 min); Übungsleistungen können nur während der Vorlesungszeit, d. h. im 1. Prüfungszeitraum erbracht werden

Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Inhalte	<p><u>Im seminaristischen Unterricht:</u></p> <p>Systemtheoretische Grundlagen für den schnellen Regler-Entwurf, erweiterte Regler-Strukturen (z.B. Kaskadenregler), Verfahren zur Systemidentifikation mit Messsignalen, Hardware in the Loop (HIL)-Ansatz zur Qualitätssicherung und strukturierter Regler-Entwurf</p> <p><u>In den Übungen:</u></p> <p>Messtechnische Identifikation der Steuer- und Störverhaltens der Regelstrecke, Regelstrecke in HIL und Simulation im Parallelbetrieb, Reglerentwurf, Simulation und Nachoptimierung, Implementierung des Reglers (HIL), Diskretisierung des Regelkreises.</p>
Literatur	- Dirk Abel, Alexander Bolling: Rapid Control Prototyping, Springer Verlag
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten
Raumbedarf	SU-Sem Ü-Lab

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M03
Titel (deutsch / englisch)	Vertiefung Programmierbare Logik / Advanced Programmable Logic
Leistungspunkte	5 LP
Workload	Präsenzzeit: 2 SWS SU + 2 SWS Ü (68 Stunden) Selbststudium: 82 Stunden
Verwendbarkeit	Eigener Studiengang Anerkennung für andere Studiengänge gemäß Rahmenstudien- und -prüfungsordnung
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden können algorithmische Probleme in programmierbare Hardware integrieren und kennen Lösungsansätze aus dem Rapid Prototyping, um Hardware hinsichtlich des Latenz-Bandbreite-Produkts zu optimieren (Hardware-Beschleunigung). Die Studierenden sind in der Lage zu erkennen, unter welchen Bedingungen verschiedene Beschreibungsformen effiziente Synthesergebnisse auf unterschiedlichen Hardware-Plattformen ermöglichen. Zudem erwerben sie die Kompetenz, komplexe Algorithmen zur Datenanalyse und automatisierte Lernalgorithmen in Hardware effizient zu implementieren.
Voraussetzungen	Empfehlung: Rechnerarchitektur, Programmierbare Logik, Informatik, Digitaltechnik, Systemtheorie
Niveaustufe (Dauer)	1. Studienplansemester (einsemestrig)
Lehr- und Lernform	Seminaristischer Unterricht und Laborübungen
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Sommersemester
Prüfungsform / Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt in den beiden Teilmodulen folgende Prüfungsform: <ul style="list-style-type: none"> - Seminaristischer Unterricht: Abschlussklausur (90 min) - Übung: 14-tägige Ausgabe von Aufgabenblättern; schriftliche Bearbeitung mit Rechneinsatz Rücksprache (ca. 15 min); Übungsleistungen können nur während der Vorlesungszeit, d. h. im 1. Prüfungszeitraum erbracht werden

Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Inhalte	<p><u>Im seminaristischen Unterricht:</u></p> <p>Einsatz von FPGAs für hardware-beschleunigte Systeme, weiterführende Datenschnittstellen zur externen Peripherie, Network on Chip, Digitale Signalverarbeitung mit FPGAs, Built-In Test, Umsetzung komplexer Algorithmen in Hardware, Verilog-HDL und VHDL, heterogenes Rechnen mit FPGAs, Machine Learning, Neuronale Netze und Data Mining auf FPGAs-Basis.</p> <p><u>In der Übung:</u></p> <p>Durchführung von Laboraufgaben und/oder einer Projektarbeit in der Gruppe. Anwendung von dedizierten Hochsprachen zur Modellbildung und Umsetzung komplexer, eingebetteter Systeme mittels Synthese. Realisierung komplexer Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung in Hardware unter Verwendung von hardware-nahen Hochsprachen (SystemC, C++, Verilog HDL, VHDL).</p>
Literatur	Skriptum und Unterlagen werden von der Lehrkraft zur Verfügung gestellt.
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten
Raumbedarf	SU-Sem Ü-Lab

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M04
Titel (deutsch / englisch)	Internet of Things / Internet of Things
Leistungspunkte	5 LP
Workload	Präsenzzeit: 2 SWS SU + 1 SWS Ü (51 Stunden) Selbststudium: 99 Stunden
Verwendbarkeit	Eigener Studiengang Anerkennung für andere Studiengänge gemäß Rahmenstudien- und -prüfungsordnung
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden kennen aktuelle Systemarchitekturen des Internet of Things (IoT) und festigen Ihre Kenntnisse durch Bearbeitung von praktischen Entwicklungsaufgaben für solche Systeme. Sie haben vertieftes Wissen über relevante Protokolle und Plattformen und sind in der Lage IoT Systeme zu entwickeln und zu beurteilen.
Voraussetzungen	keine
Niveaustufe (Dauer)	1. Studienplansemester (einsemestrig)
Lehr- und Lernform	Seminaristischer Unterricht und Übungen
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Sommersemester
Prüfungsform / Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt in den beiden Teilmodulen folgende Prüfungsform: <ul style="list-style-type: none"> - Seminaristischer Unterricht: Abschlussklausur (90 min) - Übung: Bearbeitung eines Projektes in Kleingruppen mit Rechneinsatz, Rücksprache (ca. 15 min pro Präsenztermin); Übungsleistungen können nur während der Vorlesungszeit, d. h. im 1. Prüfungszeitraum erbracht werden
Ermittlung der Modulnote	Klausur
Inhalte	<u>Im seminaristischen Unterricht</u> werden grundlegende Konzepte und Aufgaben von IoT Systemen und deren Abbildung auf Anwendungsfelder erarbeitet. Dazu werden Funktionen von IoT Plattformen diskutiert und die Entwicklung von Software für diese Systeme behandelt. Außerdem erfolgt die Vorstellung relevanter Technologien, Sicherheitsmechanismen und Protokolle zur Vernetzung und Integration der Systemkomponenten, und diese

	<p>werden anhand aktueller Beispiele besprochen und in Relation zueinander gesetzt.</p> <p><u>In den Übungen</u> werden ausgewählte Aspekte von IoT Systemen durch Implementierung von Sensornetzwerken vertieft.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none">- Waher, "Learning Internet of Things", Packt Publishing Ltd, ISBN 978-1783553549, 2015- Guinard, "Building the Web of Things", Manning, ISBN 978-1617292682, 2016
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten
Raumbedarf	SU-Sem Ü-IT

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M05
Titel (deutsch / englisch)	Vertiefung Echtzeitsysteme / Advanced Real-Time Systems
Leistungspunkte	5 LP
Workload	Präsenzzeit: 2 SWS SU + 2 SWS Ü (68 Stunden) Selbststudium: 82 Stunden
Verwendbarkeit	Eigener Studiengang Anerkennung für andere Studiengänge gemäß Rahmenstudien- und -prüfungsordnung
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden erlernen die Prinzipien des Entwurfs von Echtzeitsystemen, insbesondere Planungsverfahren für Einprozessorsysteme. Schwerpunkt ist hierbei die fristgerechte Reaktion auf externe Signale. Dadurch sind die Studierenden befähigt, komplexe Echtzeitsysteme zu analysieren und zu realisieren. Sie können aus verschiedenen Lösungsmöglichkeiten die jeweils geeignete identifizieren, und sie sind in der Lage Projekte zu planen, zu leiten sowie deren Ergebnisse zu präsentieren.
Voraussetzungen	Keine
Niveaustufe (Dauer)	1. Studienplansemester (einsemestrig)
Lehr- und Lernform	Seminaristischer Unterricht und Laborübungen
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Sommersemester
Prüfungsform / Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt in den beiden Teilmodulen folgende Prüfungsform: <ul style="list-style-type: none"> - Seminaristischer Unterricht: Abschlussklausur (90 min) - Übung: 14-tägige Ausgabe von Aufgabenblättern; schriftliche Bearbeitung mit Rechneinsatz, Rücksprache (ca. 15 min); Übungsleistungen können nur während der Vorlesungszeit, d. h. im 1. Prüfungszeitraum erbracht werden
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Inhalte	<u>Im seminaristischen Unterricht:</u> <ul style="list-style-type: none"> - Modellierung von nebenläufigen Prozessen und Echtzeitanforderungen (z.B. auf Basis von CSP) - Echtzeit-Planungsverfahren (z.B. RMS und EDF)

	<ul style="list-style-type: none">- Aufbau und Schnittstellen von Echtzeit-Betriebssystemen (z.B. POSIX.1b)- Konzepte von Gerätetreibern (z.B. unter LINUX)- Behandlung der bei den zu realisierenden Projekten auftretenden Problemfelder <p><u>In den Übungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Entwicklung eines Systems, das harte Echtzeitanforderungen erfüllt- Evaluierung des Systems durch theoretische Methoden sowie Experimente
Literatur	<ul style="list-style-type: none">- D. Zöbel. Echtzeitsysteme – Grundlagen der Planung. Springer- J. Quade, E.-V. Kunst: „Linux-Treiber entwickeln“, dpunkt.verlag
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten
Raumbedarf	SU-Sem Ü-Lab

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M06 / M07
Titel (deutsch / englisch)	Studium Generale I + II / General Studies 1 + 2
Leistungspunkte	2 × 2,5 LP
Workload	2 × (2 SWS SU oder 2 SWS Ü) 2 × 34 Stunden Präsenz, 2 × 41 Stunden Selbststudium
Verwendbarkeit	Alle Studiengänge
Lerngebiet	Allgemeinwissenschaftliche Ergänzungen
Lernziele / Kompetenzen	Die fachübergreifenden Lehrinhalte dienen der interdisziplinären Erweiterung des Fachstudiums und dem Erkennen von Zusammenhängen zwischen Gesellschaft und ihren Teilsystemen.
Voraussetzungen	keine (Ausnahmen können für Fremdsprachen festgelegt werden)
Niveaustufe (Dauer)	Bachelor- und Masterstudiengänge (einsemestrig)
Lehrform	Seminaristischer Unterricht, Übungen, Referate, Rollenspiele, Textarbeit, je nach gewähltem Modul
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	jedes Semester
Prüfungsform / Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	siehe Beschreibung der jeweiligen Lehrveranstaltung
Ermittlung der Modulnote	siehe Studienplan
Inhalte	In den ingenieur- und naturwissenschaftlichen Studiengängen sind dazu Lerninhalte aus folgenden Bereichen zu berücksichtigen: <ul style="list-style-type: none"> - Politik- und Sozialwissenschaften - Geisteswissenschaften - Wirtschafts-, Rechts- und Arbeitswissenschaften - Fremdsprachen
Literatur	Wird in den jeweiligen Beschreibungen der Lehrveranstaltungen angegeben.
Weitere Hinweise	In den Modulbeschreibungen von Lehrveranstaltungen im Studium generale kann der Ausschluss Studierender bestimmter Studiengänge festgelegt werden.
Raumbedarf	Siehe Beschreibung der jeweiligen Lehrveranstaltungen

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M08
Titel (deutsch / englisch)	Computational Engineering / Computational Engineering
Leistungspunkte	5 LP
Workload	Präsenzzeit: 2 SWS SU + 2 SWS Ü (68 Stunden) Selbststudium: 82 Stunden
Verwendbarkeit	Eigener Studiengang Anerkennung für andere Studiengänge gemäß Rahmenstudien- und -prüfungsordnung
Lerngebiet	Mathematische Methoden in den Ingenieurwissenschaften
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über Grundlagen, Hintergründe und Anwendungen moderner mathematischer Methoden für die Ingenieurwissenschaften. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, konkrete mathematische Ansätze mit mathematischer Software zu implementieren und zu analysieren. Sie besitzen die Fähigkeit zum Aufstellen, Analysieren, Programmieren, Visualisieren und Beurteilen von mathematischen Modellen für technische Systeme.
Voraussetzungen	Empfehlung: Kenntnisse in linearer Algebra, Analysis, Differentialgleichungen und gute Matlab-Kenntnisse.
Niveaustufe (Dauer)	2. Studienplansemester (einsemestrig)
Lehr- und Lernform	Seminaristischer Unterricht und Übungen
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform / Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt in den beiden Teilmodulen folgende Prüfungsform: <ul style="list-style-type: none"> - Seminaristischer Unterricht: Abschlussklausur (90 min) - Übung: 14-tägige Ausgabe von Aufgabenblättern; schriftliche Bearbeitung mit Rechneinsatz, Rücksprache (ca. 15 min); Übungsleistungen können nur während der Vorlesungszeit, d. h. im 1. Prüfungszeitraum erbracht werden
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Inhalte	<u>Im seminaristischen Unterricht</u> werden folgenden mathematischen Themen vertieft behandelt: Angewandte Lineare Algebra, Anfangs- und Randwert-

	<p>probleme für gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, Fourier-Reihen und Fourier-Integrale, Monte-Carlo-Simulationen, Optimierung.</p> <p>Jedes Thema beinhaltet eine vertiefte Darstellung der theoretischen Grundlagen, Begriffe und Methoden sowie eine Übersicht der dazugehörigen numerischen Methoden und ihrer Anwendungen.</p> <p><u>In den Übungen</u></p> <p>wird der theoretische Stoff durch Lösen von konkreten Aufgaben erarbeitet. Insbesondere wird dieser durch rechnergestützte Anwendungen mit der mathematischen Software MATLAB/SIMULINK vertieft mit dem Ziel, die Fertigkeit zu erwerben, die Einsatzgebiete der Methoden abschätzen, sie zur Problemlösung anwenden zu können und sich bei Bedarf tiefer in die komplexen Themengebiete einarbeiten zu können.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none">- Eck, Christof; Garke, Harald; Knabner, Peter: Mathematische Modellierung. Springer-Verlag, 2008.- Strang, Gilbert: Wissenschaftliches Rechnen. Springer-Verlag, 2010.- Quarteroni, Alfio; Saleri, Fausto: Wissenschaftliches Rechnen mit MATLAB. Springer-Verlag, 2006.
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten
Raumbedarf	SU-Sem Ü-IT

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M09
Titel (deutsch / englisch)	Modellbildung und Simulation / Modeling and Simulation
Leistungspunkte	5 LP
Workload	Präsenzzeit: 2 SWS SU + 1 SWS Ü (51 Stunden) Selbststudium: 99 Stunden
Verwendbarkeit	Eigener Studiengang Anerkennung für andere Studiengänge gemäß Rahmenstudien- und -prüfungsordnung
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden kennen weiterführende Beschreibungssprachen für Hard-/Softwaresysteme und können diese zur Modellbildung realer Systeme anwenden. Sie verstehen fortgeschrittene Techniken zur Analyse und Validierung von Modellen. Sie sind in der Lage zu erkennen, unter welchen Umständen die Verwendung domänenspezifischer Sprachen einer Verwendung von Standardsprachen vorzuziehen ist. Die Transferleistung in der Umsetzung mathematisch beschriebener Systeme in Modelle und deren Realisierung auf heterogenen Hardware-Plattformen wird als Methoden-Kompetenz erlangt.
Voraussetzungen	Empfehlung: Rechnerarchitektur, Programmierbare Logik, Informatik, Digitaltechnik, Systemtheorie
Niveaustufe (Dauer)	2. Studienplansemester (einsemestrig)
Lehr- und Lernform	Seminaristischer Unterricht und Laborübungen
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform / Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt in den beiden Teilmodulen folgende Prüfungsform: <ul style="list-style-type: none"> - Seminaristischer Unterricht: Abschlussklausur (90 min) - Übung: Bearbeitung eines Projektes in Kleingruppen mit Rechneinsatz, Rücksprache (ca. 15 min pro Präsenztermin); Übungsleistungen können nur während der Vorlesungszeit, d. h. im 1. Prüfungszeitraum erbracht werden
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan

Inhalte	<p><u>Im seminaristischen Unterricht:</u></p> <p>Der Modellbegriff, mathematische Methoden der Modellbildung, Methoden der Signal- und Systemtheorie, Anwendung und Ableitung in Hardware-Strukturen von Systemen und deren Beschreibung mittels Differentialgleichungen und Differenzgleichungen, Validierung und Verifikation von eingebetteten Systemen mit statistischen und deterministischen Methoden, Testkonzepte in der Hardware. Umsetzung von komplexen Algorithmen in Software und/oder Hardware. Transaction Level Modeling mit SystemC.</p> <p><u>In der Übung:</u></p> <p>Umsetzung einer Projektarbeit in der Gruppe. Umsetzung komplexer Algorithmen in der digitalen Signalverarbeitung in Software/Hardware unter Verwendung von abstrakten Hochsprachen (SystemC, C++). Realisierung eines Systems auf einer heterogenen Hardware-Plattform mittels hardware-nahen Hochsprachen (VHDL, Verilog HDL).</p>
Literatur	Skriptum und Unterlagen werden vom Dozenten zur Verfügung gestellt.
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten
Raumbedarf	SU-Sem Ü-Lab

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M10
Titel (deutsch / englisch)	Konfigurierbare eingebettete Systeme / Configurable Embedded Systems
Leistungspunkte	5 LP
Workload	Präsenzzeit: 2 SWS SU + 2 SWS Ü (68 Stunden) Selbststudium: 82 Stunden
Verwendbarkeit	Eigener Studiengang Anerkennung für andere Studiengänge gemäß Rahmenstudien- und -prüfungsordnung
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden erlernen moderne Entwurfsmethoden des HW / SW Co-Designs zur Umsetzung spezifizierter Aufgaben. Basierend auf verschiedenen Kriterien wie Echtzeitfähigkeit, Power Budget oder Logikressourcen können Studierende unterschiedliche Entwurfsalternativen in den verschiedenen Ebenen des Systementwurfs berücksichtigen und anwenden. Dazu erwerben sie Wissen über Techniken zur Spezifikation und Modellierung von Systemen, sowie detaillierte Kenntnisse von Programmier- und Hardwarebeschreibungssprachen, Compilern und von weiteren Entwicklungswerkzeugen.
Voraussetzungen	Kenntnisse im Hardware-Entwurf, insbesondere VHDL
Niveaustufe (Dauer)	2. Studienplansemester (einsemestrig)
Lehr- und Lernform	Seminaristischer Unterricht und Laborübungen
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform / Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt in den beiden Teilmodulen folgende Prüfungsform: - Seminaristischer Unterricht: Abschlussklausur (90 min) - Übung: 14-tägige Ausgabe von Aufgabenblättern; schriftliche Bearbeitung mit Rechnereinsatz, Rücksprache (ca. 15 min); Übungsleistungen können nur während der Vorlesungszeit, d. h. im 1. Prüfungszeitraum erbracht werden
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan

Inhalte	<p><u>Im seminaristischen Unterricht</u> werden folgende Themenschwerpunkte behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none">- moderne Zielarchitekturen basierend auf dem SoC-Konzept- Entwurf und Partitionierung im HW / SW Co-Design- Methoden zur Abschätzung der Entwurfsqualität (Worst Case Execution Time Analysis, Profiling, Tracing)- Techniken zur High-Level-Synthese- Systemsynthese und Simulationstechniken- In der Übung werden ausgewählte Aspekte konfigurierbarer eingebetteter Systeme durch praktische Implementierung vertieft
Literatur	<ul style="list-style-type: none">- Berns, Schürmann, Trapp: Eingebettete Systeme - Systemgrundlagen und Entwicklung eingebetteter Software (Vieweg + Teubner Verlag)- Patrick Schaumon: A Practical Introduction to Hardware/Software Codesign (Springer Verlag)- Crockett, Elliot, Enderwitz, Stewart: The Zynq Book (Open Source Book)
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten
Raumbedarf	SU-Sem Ü-Lab

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M11
Titel (deutsch / englisch)	Autonome mobile Systeme / Autonomous Mobile Systems
Leistungspunkte	5 LP
Workload	Präsenzzeit: 2 SWS SU + 2 SWS Ü (68 Stunden) Selbststudium: 82 Stunden
Verwendbarkeit	Eigener Studiengang Anerkennung für andere Studiengänge gemäß Rahmenstudien- und -prüfungsordnung
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden begreifen die vielseitigen Aspekte mobiler Roboter und den grundlegenden Aufbau dieser komplexen Systeme. Dazu vertiefen sie ihr Wissen in den Bereichen Wahrnehmung (<i>Perception</i>) und Umgebungsmodellierung (<i>Mapping</i>) von Robotern. Ein wesentliches Lernziel liegt in der Vermittlung moderner Navigationsverfahren, um Roboter in die Lage zu versetzen, sich selbständig in unbekanntem Umgebungen zu orientieren und Ziele auf optimalen Trajektorien anzusteuern. Die Studierenden erwerben die Kompetenz, mobile Roboter für vorgegebene Aufgaben unter Einsatz stochastischer Navigationsalgorithmen zu entwickeln und einzusetzen.
Voraussetzungen	Empfehlung: Höhere Mathematik, objektorientierte Programmierung in C++, Systemtheorie.
Niveaustufe (Dauer)	2. Studienplansemester (einsemestrig)
Lehr- und Lernform	Seminaristischer Unterricht und Laborübungen
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform / Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt in den beiden Teilmodulen folgende Prüfungsform: <ul style="list-style-type: none"> - Seminaristischer Unterricht: Abschlussklausur (90 min) - Übung: 14-tägige Ausgabe von Aufgabenblättern; schriftliche Bearbeitung mit Rechneinsatz, Rücksprache (ca. 15 min); Übungsleistungen können nur während der Vorlesungszeit, d. h. im 1. Prüfungszeitraum erbracht werden

Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Inhalte	<p><u>Im seminaristischen Unterricht</u> werden wesentliche Aspekte mobiler autonomer Systeme vorgestellt:</p> <p>Einsatzgebiete und Anforderungen, mobile Plattformen für autonome Systeme, Komponenten und Kinematik, Antriebskonzepte, Bahnsteuerung und Bahnregelung, Sensoren für mobile Systeme, Lokalisierungsvarianten (lokal, global, SLAM), Scan Matching, Merkmalsdetektion, Grundlagen der Stochastik, Kalman Filter (EKF), Markov- / Monte-Carlo-Lokalisierung, Umgebungsmodellierung und Pfadplanung, Konfigurationsräume, A*-Suche, SW-Architekturen mobiler Agenten.</p> <p><u>In der Übung</u> erfolgt die Bearbeitung vorgegebener Aufgabenstellungen aus den Bereichen der Vorlesung mit Hilfe eines Robotik-Frameworks in Kleingruppen. Dabei Behandlung folgender Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Quasi-zufällige Bewegung mobiler Roboter - Krümmungsstetige Übergänge - Bahnsteuerung auf Geraden, Klothoiden sowie punktweise definierten Trajektorien - Bahnregelung für nicht-holonome Roboter - Scan Matching mit linearer Regression - Prädiktionsmodell mit Darstellung von Fehlerellipsen - Sensorfusion mittels Kalman-Filter
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - "Introduction to Autonomous Mobile Robots", R. Siegwart, I. Nourbakhsh; MIT press, 2nd ed. 2011 - "Robotics: Modeling, Planning and Control", B. Siciliano et al.; Springer Verlag, 2010 - "Principles of Robot Motion", H. Choset, K. M. Lynch, S. Hutchinson et al.; MIT press, 2005 - "Probabilistic Robotics", S. Thrun, W. Burgard et al.; MIT press, 2005 - "Robot Modelling and Control", M. Spong et al.; John Wiley, 2005
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten
Raumbedarf	SU-Sem Ü-Lab

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M12
Titel (deutsch / englisch)	Reinforcement Learning / Reinforcement Learning
Leistungspunkte	5 LP
Workload	Präsenzzeit: 2 SWS SU + 2 SWS Ü (68 Stunden) Selbststudium: 82 Stunden
Verwendbarkeit	Eigener Studiengang Anerkennung für andere Studiengänge gemäß Rahmenstudien- und -prüfungsordnung
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Studierende erlernen die Grundlagen von Reinforcement Learning, insbesondere Algorithmen zur Ansteuerung komplexer regelungstechnischer Systeme und der Robotik. Sie begreifen Reinforcement Learning als wesentliches Werkzeug der Ingenieurwissenschaften und sind in der Lage Reinforcement Verfahren von anderen Methoden des Maschinellen Lernens und klassischer Herangehensweisen zu unterscheiden, wobei sie anhand aktueller Veröffentlichungen auch einen Einblick in den Stand der Wissenschaft erhalten. Durch Implementierung der vermittelten Algorithmen in Software sind die Studierenden darüber hinaus befähigt, konkrete Problemstellungen aus den Bereichen Regelungstechnik und Robotik zu lösen.
Voraussetzungen	Empfehlung: Statistische Grundlagen, Programmierbare Logik, Regelungstechnik, Digitaltechnik, Systemtheorie
Niveaustufe (Dauer)	2. Studienplansemester (einsemestrig)
Lehr- und Lernform	Seminaristischer Unterricht und Laborübungen
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform / Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt in den beiden Teilmodulen folgende Prüfungsform: <ul style="list-style-type: none"> - Seminaristischer Unterricht: Abschlussklausur (90 min) - Übung: 14-tägige Ausgabe von Aufgabenblättern; schriftliche Bearbeitung mit Rechneinsatz, Rücksprache (ca. 15 min); Übungsleistungen können nur während der Vorlesungszeit, d. h. im 1. Prüfungszeitraum erbracht werden
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan

Inhalte	<p><u>Im seminaristischen Unterricht:</u></p> <p>Theoretische Grundlagen des Reinforcement Learnings; Abstrahieren von konkreten Problemstellungen in Komponenten wie Agent, Environment, State, Strategie und Belohnung. Markov-Decision-Process, Q-Learning-Algorithm, Deep Q Networks, der Entwurf von Reward Functions und Stabilitätsuntersuchungen.</p> <p><u>In der Übung:</u></p> <p>Konkrete Aufgabenstellungen werden von den Studierenden zunächst analysiert, diskutiert und in Teilaufgaben zerlegt, bevor anschließend eine Umsetzung mittels Algorithmen des Reinforcement Learnings erfolgt. Dazu werden anfangs einfache logische Spiele betrachtet, später werden die erlernten Verfahren durch Anwendungen aus der Automatisierungstechnik und mit konventionellen Robotern als Beispiel für lernende Systeme vertieft.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Ertel, Wolfgang (2008): „Grundkurs Künstliche Intelligenz“, 3. Auflage, Springer Vieweg, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2013 - Sewak, Mohit (2019): „Deep Reinforcement Learning“, 1. Auflage, Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2019. - Kamalapurkar, R, et al (2018): „Reinforcement learning for optimal feedback control“, 1. Auflage, Springer 2018. - Bilgin, E. (2020): „Mastering reinforcement learning with python“, 1. Auflage, Packt Publishing Ltd. Birmingham.
Weitere Hinweise	Dieses Modul kann sowohl auf Deutsch als auch auf Englisch angeboten werden
Raumbedarf	SU-Sem Ü-Lab

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M13 / WP01
Titel (deutsch / englisch)	Vertiefung Regelungstechnik / Advanced Control Systems
Leistungspunkte	5 LP
Workload	Präsenzzeit: 4 SWS Ü (68 Stunden) Selbststudium: 82 Stunden
Verwendbarkeit	Eigener Studiengang Anerkennung für andere Studiengänge gemäß Rahmenstudien- und -prüfungsordnung
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden kennen und verstehen die Beschreibung linearer dynamischer Systeme im Zustandsraum. Sie können Zustandsregler entwickeln, so dass diese Regelkreise vorgegebene Spezifikationen erfüllen. Sie sind in der Lage Beobachter zu entwerfen, um die inneren Systemzustände zu schätzen. Sie besitzen die Kompetenz zu bewerten, ob für ein vorliegendes Regelungsproblem eine klassische oder eine Zustandsraum-Methode günstiger bzw. notwendig ist.
Voraussetzungen	Empfehlung: Regelungstechnik und gute Matlab-Kenntnisse
Niveaustufe (Dauer)	2. Studienplansemester (einsemestrig)
Lehr- und Lernform	Seminaristischer Unterricht und Laborübungen
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform / Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt folgende Prüfungsform: - Abschlussklausur (90 min); im praktischen Teil der Übung 14-tägige Ausgabe von Aufgabenblättern; schriftliche Bearbeitung mit Rechneinsatz, Rücksprache (ca. 15 min), Übungsleistungen können nur während der Vorlesungszeit, d. h. im 1. Prüfungszeitraum erbracht werden;
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<u>Im seminaristischen Unterricht:</u> Zustandsbeschreibung dynamischer Systeme: Begriffsdefinitionen, Ein- und Mehrgrößensysteme, Normalformen, Lösung der Zustandsdifferentialgleichung, Transitionsmatrix,

	<p>Cayley-Hamilton-Theorem, Stabilitätsbetrachtung, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit</p> <p>Zustandsregelung: Grundkonzept der Zustandsregelung, Polvorgabe, Riccati-Regler, Vorfilter oder PI-Zustandsregler zur Gewährleistung stationärer Genauigkeit</p> <p>Zustandsbeobachtung: Grundkonzept des Luenberger-Beobachters, Zustandsbeobachter im Regelkreis, Kalman-Filter</p> <p>Parameterschätzung: Anwendung der Beobachteridee zur Schätzung der Parameter des Systems.</p> <p><u>In der Übung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Entwurf und Simulation von Zustandsregelkreisen mit Matlab/Simulink. - Fallstudie zum praktischen Einsatz von Zustandsreglern
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - O. Föllinger: „Regelungstechnik“, VDE-Verlag, Berlin/Offenbach - Jan Lunze: „Regelungstechnik 2“, Springer Vieweg, Berlin
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten
Raumbedarf	Ü-Lab

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M13 / WP02
Titel (deutsch / englisch)	Produktentwicklung und Requirements Engineering / Product Development and Requirements Engineering
Leistungspunkte	5 LP
Workload	Präsenzzeit: 4 SWS Ü (68 Stunden) Selbststudium: 82 Stunden
Verwendbarkeit	Eigener Studiengang Anerkennung für andere Studiengänge gemäß Rahmenstudien- und -prüfungsordnung
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden kennen Grundbegriffe und aktuelle Methoden der Produktentwicklung, Entwicklungsplanung und des Requirements Engineering im agilen Umfeld. Sie können geeignete Dokumentations- und Kommunikationsformen für Anforderungen im Problem- und Lösungsraum auswählen und in den Software-Entwicklungsprozess einbetten. Sie können systematisch Bedürfnisse und Anforderungen ermitteln, kommunizieren, dokumentieren und prüfen. Sie können die Qualität von Anforderungsbeschreibungen bewerten, diese systematisch verbessern und Spezifikationen, Tests, Entwicklungsplanung und Arbeitsbeschreibungen (Tickets) aus Anforderungen ableiten.
Voraussetzungen	Kenntnisse der Vorgehensmodelle des Software-Engineerings sowie der Programmierung werden als bekannt vorausgesetzt. Erste praktische Erfahrungen in der Software-Entwicklung sind hilfreich.
Niveaustufe (Dauer)	2. Studienplansemester (einsemestrig)
Lehr- und Lernform	Seminaristischer Unterricht und Übungen
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Wintersemester
Prüfungsform / Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt. Sofern die Lehrkraft die Prüfungsform und die Prüfungsmodalitäten nicht am Semesteranfang nach §19 (2) RSPO festlegt, gilt folgende Prüfungsform: - Abschlussklausur (90 min); im praktischen Teil der Übung 14-tägige Abgabe von Hausarbeiten mit Rücksprache (15 min); praktische Übungsleistungen können nur während der Vorlesungszeit, d. h. im 1. Prüfungszeitraum erbracht werden;
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan

Anerkannte Module	Module vergleichbaren Inhalts
Inhalte	<p><u>Seminaristischer Unterricht:</u> Aktueller Stand der Technik, Terminologie und Beispiele aus der betrieblichen Praxis, u.a. ^[L]_{SEP}</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ermittlung von Systemkontext, Stakeholdern, Zielgruppe, Zielen und Anforderungen - Agile Planung und Schätzung mit User Stories ^[L]_{SEP} - Dokumentation, Modellierung und Klassifizierung von Anforderungen - Praktischer Einsatz von Szenarien und Use Cases ^[L]_{SEP} - Prüfung, Verfeinerung und Nachverfolgung von Anforderungen - Slicing von Stories und Anforderungen zu implementierbaren Einheiten (Tickets) ^[L]_{SEP} <p><u>In der Übung:</u> Einübung und Vertiefung ausgewählter Techniken anhand realitätsnaher Projektbeispiele.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Klaus Pohl, Chris Rupp, <i>Basiswissen Requirements Engineering</i>, dpunkt.verlag. - Mike Cohn, <i>User Stories Applied</i>, Addison-Wesley.
Weitere Hinweise	Dieses Modul wird auf Deutsch angeboten
Raumbedarf	Ü-IT

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M13 / WP03
Titel (deutsch / englisch)	Aktuelle Inhalte zu Embedded Systems / Current Topics in Embedded Systems
Leistungspunkte	5 LP
Workload	Präsenzzeit: 4 SWS Ü (68 Stunden) Selbststudium: 82 Stunden
Verwendbarkeit	Eigener Studiengang Anerkennung für andere Studiengänge gemäß Rahmenstudien- und -prüfungsordnung
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Studierenden erweitern und vertiefen ihre Kenntnisse im Kontext eingebetteter Systeme durch aktuelle Technologien und Anwendungsgebiete.
Voraussetzungen	keine
Niveaustufe (Dauer)	2. Studienplansemester (einsemestrig)
Lehrform	Seminaristischer Unterricht und Übungsaufgaben
Status	Wahlpflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	jedes Semester
Prüfungsform / Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	Die Prüfungsform wird nach §19 (2) RSPO durch die Lehrkraft festgelegt und ist in der Modulbeschreibung des als WP03 gewählten Wahlpflichtfaches aufgeführt
Ermittlung der Modulnote	Siehe Studienplan
Anerkannte Module	Dieses Modul fungiert als Platzhalter für konkrete Wahlpflichtmodule, die auf Beschluss des Fachbereichsrats des FB VI zusätzlich eingerichtet werden können. Außerdem kann ein Modul aus einem anderen Masterstudiengang als Wahlpflichtmodul WP03 anerkannt werden. Hierüber entscheidet der Dekan im Einzelfall.
Inhalte	Die Inhalte werden semesterweise festgelegt. Sie orientieren sich an aktuellen Entwicklungstendenzen und Einsatzgebieten eingebetteter Systeme.
Literatur	Angaben erfolgen themenspezifisch durch die Lehrkraft
Weitere Hinweise	Die Unterrichtssprache wird von der Lehrkraft festgelegt
Raumbedarf	Der Raumbedarf hängt von dem konkreten Modul ab, das im jeweiligen Semester als WP03 angeboten wird

Datenfeld	Erklärung
Modulnummer	M14
Titel	Abschlussprüfung / Final Examination Module 14.1 Master-Arbeit / Master's Thesis 14.2 Mündliche Abschlussprüfung / Oral Final Examination (Abschlussprüfung gemäß jeweils gültiger Rahmenstudien- und -prüfungsordnung)
Leistungspunkte	25 LP Master-Arbeit 5 LP Mündliche Abschlussprüfung
Workload	Insgesamt 900 h, davon 750 h für die Abschlussarbeit und 150 h für die Vorbereitung und Durchführung der mündlichen Abschlussprüfung (Dauer: ca. 45 – 60 min. inklusive Präsentation)
Verwendbarkeit	Eigener Studiengang
Lerngebiet	Fachspezifische Vertiefung
Qualifikationsziele / Kompetenzen	Die Absolventin bzw. der Absolvent besitzt die Kompetenz, mit wissenschaftlichen Methoden in den Fachgebieten des Masterstudiums innerhalb einer vorgegebenen Frist ein anspruchsvolles Projekt zu bearbeiten sowie die Ergebnisse in der Abschlussarbeit zu dokumentieren, in einem größeren Fachkontext selbständig kritisch zu hinterfragen und zu präsentieren.
Voraussetzungen	Zulassung gemäß jeweils gültiger Rahmenstudien- und -prüfungsordnung
Niveaustufe (Dauer)	3. Studienplansemester (einsemestrig)
Lehr- und Lernform	<u>Master-Arbeit</u> Selbstständige Bearbeitung eines wissenschaftlichen Themas mit schriftlicher Ausarbeitung Die Betreuung erfolgt gemäß § 29 (7) RSPO durch den/die Betreuer/in der Master-Arbeit <u>Mündliche Abschlussprüfung</u> Präsentation und mündliche Prüfung
Status	Pflichtmodul
Häufigkeit des Angebotes	Jedes Semester
Prüfungsform / Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten	<u>Master-Arbeit</u> ca. 80 - 100 Seiten; Dauer: 5 Monate <u>Mündliche Abschlussprüfung:</u> Präsentation (ca. 15 min) und mündliche Prüfung (ca. 30-45 min)

Ermittlung der Modulnote	Benotung der Abschlussprüfung durch die Prüfungskommission
Inhalte	<p><u>Master-Arbeit</u> Lösung praxisnaher Problemstellungen mit wissenschaftlichen Methoden</p> <p><u>Mündliche Abschlussprüfung</u> Verteidigung der Master-Arbeit und ihrer Ergebnisse in kritischer Diskussion; Präsentationstechniken Die mündliche Abschlussprüfung orientiert sich an den Fachgebieten der Abschlussarbeit sowie an den Inhalten des Masterstudiums.</p>
Literatur	Fachspezifisch
Weitere Hinweise	<p><u>Master-Arbeit</u> Die Ausarbeitung der Masterarbeit erfolgt grundsätzlich auf Deutsch. Im Einvernehmen mit dem Betreuer kann die Master-Arbeit auch in englischer Sprache verfasst werden. Die Masterarbeit muss eine Zusammenfassung in deutscher und englischer Sprache enthalten.</p> <p><u>Mündliche Abschlussprüfung</u> Die Prüfung erfolgt grundsätzlich auf Deutsch, auf Wunsch des Kandidaten und Zustimmung der Prüfungskommission kann die Präsentation auch auf Englisch durchgeführt werden.</p>