

Modulhandbuch

Informatik, Master

Stand: 30.01.2024

Inhaltsverzeichnis

1. Fachsemester

Algorithmen und Verifikation.....	4
Architekturen und Anwendungen von KI-Systemen.....	8
Cloud-native Programmierung.....	11
Digital Impact.....	15
Sicherheit verteilter Systeme.....	17

2. Fachsemester

Cloud-native Architekturen.....	22
Datenintensive Anwendungen.....	27
Edge Computing.....	30
Wissenschaftliches Projekt I.....	34
Wissenschaftliches Seminar.....	36

3. Fachsemester

Oberseminar Informatik.....	39
Wissenschaftliches Projekt II.....	41

4. Fachsemester

Masterarbeit und Kolloquium.....	44
----------------------------------	----

Wahlpflichtmodule

Advanced Machine Vision.....	48
Autonomous Vehicles.....	51
Fortgeschrittene Themen der Informatik I.....	54
Fortgeschrittene Themen der Informatik II.....	57
Fortgeschrittene Themen der Informatik III.....	60
Fortgeschrittene Themen der Informatik IV.....	63
Hardware-based IT-Security.....	66
Human-Computer Interfaces.....	70
Kryptoanalyse.....	75
Kryptographie.....	78
Maschinelles Lernen operationalisieren.....	81
Mathematik für maschinelles Lernen.....	85
Mikroprozessor-Design.....	88
Mobile Anwendungen.....	92
Multiagentensysteme.....	95
Real-Time Systems.....	99
Secure Programming.....	103
Sicherheit und Webanwendungen.....	107
Spezielle Themen der künstlichen Intelligenz.....	110

Informatik, Master

1. Fachsemester

Modul: Algorithmen und Verifikation

Niveau	Master	Kürzel	VKM
Modulname englisch	Algorithms and Verification		
Modulverantwortliche	Schäfer Andreas Prof. Dr.		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Pflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	1	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	WiSe	Präsenzstunden	45
Lehrsprache	Deutsch	Selbststudiumsstunden	105

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Portfolio-Prüfung	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<p>Die Studierenden kennen grundlegende Probleme komplexer informatischer Systeme, wie sie z.B. in nebenläufigen und verteilten Systemen auftreten, und Algorithmen zu deren Lösung.</p> <p>Die Studierenden kennen verschiedene Methoden zur Modellierung von Systemen, zur formalen Beschreibung von Anforderungen und zur Verifikation und können geeignete Methoden auswählen.</p> <p>Die Studierenden können Systeme formal modellieren und Anforderungen formal beschreiben.</p> <p>Die Studierenden können Eigenschaften von Systemen werkzeugunterstützt verifizieren.</p>		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✓ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Algorithmen und Verifikation (Vorlesung)

(zu Modul: Algorithmen und Verifikation)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Algorithms and Verification (Lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	60
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<p>Nebenläufige Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das Problem des kritischen Abschnitts und Dekkers Algorithmus • Invarianten und Korrektheitsbeweise • Lineare Temporale Logik (LTL) und automatenbasiertes LTL-Model-Checking über alternierende Büchi-Automaten • Computation Tree Logic (CTL) und CTL-Model-Checking <p>Modellierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Petri-Netze • Prozess-Algebren am Beispiel CCS und CSP <p>Verteilte Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Logische Uhren, Snapshots und grundlegende Algorithmen • Deadlock-Erkennung (Bracha-Toueg) • Verteilte Terminierung (Dijkstra-Scholten, Shavit-Francez, Rana) • Leader-Election <ul style="list-style-type: none"> • In Ringen (Chang-Roberts) • In beliebigen Topologien • In anonymen Ringen • Modellierung und Verifikation • Wechselweiser Ausschluss (Ricart-Agrawala, Raymond) • Consensus und das FLP Theorem <p>Aktuelle wissenschaftliche Arbeiten aus dem Bereich der Verifikation</p>
--------------------	---

Literatur	<p>Hofmann, Martin, and Martin Lange. <i>Automatentheorie und Logik</i>. Springer, 2011.</p> <p>M. Ben-Ari, <i>Principles of Concurrent and Distributed Programming</i>, Addison Wesley, 2006</p> <p>Fokkink, Wan. <i>Distributed algorithms: an intuitive approach</i>. Mit Press, 2018.</p> <p>Roscoe, Andrew W. <i>Understanding concurrent systems</i>. Springer, 2010.</p> <p>Reisig, Wolfgang. <i>Understanding Petri Nets</i>. Springer, 2016.</p>
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Algorithmen und Verifikation (Seminar)

(zu Modul: Algorithmen und Verifikation)

Lehrveranstaltungsart	Seminar	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Algorithms and Verification (Seminar)		
Anwesenheitspflicht	ja	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	15
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Die Studierenden erarbeiten sich selbstständig klassische und aktuelle Erkenntnisse der Forschung zur Modellierung und Verifikation oder führen eine eigene Fallstudie durch und stellen jeweils die Ergebnisse im Seminar vor.
Literatur	Aufsätze / Fachbücher in Abhängigkeit vom Thema
Bemerkungen	

Modul: Architekturen und Anwendungen von KI-Systemen

Niveau	Master	Kürzel	AKIS
Modulname englisch	Architectures and applications of AI systems		
Modulverantwortliche	Prof. Dr. M. Heeren, Prof. Dr. S. Hobert		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Pflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	1	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	WiSe	Präsenzstunden	45
Lehrsprache	Deutsch	Selbststudiumsstunden	105

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Portfolio-Prüfung	Prüfungsprache	Deutsch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<p>Die Studierenden kennen nach erfolgreichem Abschluss des Moduls grundlegende Probleme von (verteilten) Systemen der Künstlichen Intelligenz (KI) sowie Methoden zu deren Lösung.</p> <p>Die Studierenden können wichtige Architekturmodelle von KI-Systemen benennen, sowie aktuelle Anwendungen inkl. Architektur und Funktionalitäten beschreiben.</p> <p>Sie können derartige Systeme modellieren und sind in der Lage, das Fachwissen auf praktische Fallbeispiele anzuwenden.</p> <p>Dafür können die Studierenden Konzepte für neue Anwendungen entwickeln und Lösungen für realitätsnahe Probleme selbstständig erarbeiten und vorstellen.</p>		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✗ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Architekturen und Anwendungen von KI-Systemen (Vorlesung)

(zu Modul: Architekturen und Anwendungen von KI-Systemen)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Architectures and applications of AI systems (Lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	60
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in KI-Systeme • Architekturmodelle und Softwarekonzepte • Anforderungen an KI-Systeme • Kommunikation und Prozesse • Verteilte KI-Systeme • Spezielle Herausforderungen von KI-Systemen • Anwendungen von KI-Systemen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Artificial Intelligence: A Modern Approach, Global Edition; Stuart Russell, Peter Norvig; Pearson; 2021; ISBN: 978-1-292-40113-3. • Distributed Systems, Maarten van Steen, Andrew S. Tanenbaum, 2023, ISBN: 978-90-815406-4-3. • Zusätzlich werden relevante, aktuelle wissenschaftliche Paper und Bücher als Literaturliste pro Semester zusammengestellt.
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Architekturen und Anwendungen von KI-Systemen (Seminar)

(zu Modul: Architekturen und Anwendungen von KI-Systemen)

Lehrveranstaltungsart	Seminar	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Architectures and applications of AI systems (Seminar)		
Anwesenheitspflicht	ja	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	15
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Die Studierenden erarbeiten eigenständig Architektur- und Anwendungskonzepte im Kontext von KI-Systemen und präsentieren diese im Seminar.
Literatur	Aufsätze / Fachbücher in Abhängigkeit vom Thema
Bemerkungen	

Modul: Cloud-native Programmierung

Niveau	Master	Kürzel	CloudProg
Modulname englisch	Cloud-native Programming		
Modulverantwortliche	Nane Kratzke		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Pflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	1	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	WiSe	Präsenzstunden	45
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Selbststudiumsstunden	105

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Projektarbeit	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> Die Studenten kennen die Besonderheiten Cloud-nativer Applikationen und deren Programmierung. Die Studenten können Methoden wie die Zwölf-Faktoren Methode, das IDEAL Modell und DevOps Prinzipien methodisch anwenden. Die Studenten sind sich der Besonderheiten des Polyglot Programming bewusst und berücksichtigen diese in Cloud-nativen Projekten. Die Studenten können polyglott entwickelter Services Cloud-nativer Applikationen als standardisierte Deployment Units (Container) bereitstellen. Die Studenten können Serverless Functions entwickeln und sind sich deren Möglichkeiten und Grenzen bewusst. Die Studenten kennen gängige Plattformen zur Container Orchestrierung und können mindestens eine davon zum Betrieb polyglott entwickelter Dienste nutzen. Die Studenten können polyglot entwickelte Dienste mit Mitteln von Integrationssprachen (wie bspw. Ballerina, Jolie) zu Service-of-Services integrieren. 		
Teilnahmevoraussetzungen	Die Studenten haben einen Bachelor in Informatik oder vglb. Studiengängen und entsprechende Kenntnisse in Betriebssystemen (insb. Linux), Programmierung (mind. 1 Programmiersprache fließend) Client-Server-Programmierung und Kommunikationsprotokollen wie HTTP, TCP, UDP.		

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✗ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	Die Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten erfolgt nicht nach formalen Vorgaben, sondern wird im Rahmen des allgemein üblichen und gesellschaftlich akzeptierten Miteinanders praktiziert.

Lehrveranstaltung: Cloud-native Programmierung (Vorlesung)

(zu Modul: Cloud-native Programmierung)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Cloud-native Programming (Lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung	200	Semesterwochenstunden	3
Gruppengröße	200	Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	30
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Definition Cloud-nativer Applikationen • Das IDEAL Modell • Die Zwölf-Faktoren Methode • Polyglot Programming • Standardisierte Deployment Units (Container) • Plattformen zur Container Orchestrierung • Konzepte von Container Orchestrierungsplattformen (Pod, Service, Proxy, Service Meshs, Ingress Controller, Load Balancer, etc.) • Serverless Computing <p>Integration polyglot entwickelter Dienste</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Nane Kratzke, Cloud-native Computing, Hanser, 2021 • Christoph Fehling, Frank Leymann, Ralph Retter, Walter Schupeck, Peter Arbitter, Cloud Computing Patterns, Springer • Cornelia Davis, Cloud-native – Designing change-tolerant software, Manning • Marko Luksa, Kubernetes in Action, Hanser Verlag
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Cloud-native Programmierung (Praktikum)

(zu Modul: Cloud-native Programmierung)

Lehrveranstaltungsart	Praktikum	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Cloud-native Programming (Practical Course)		
Anwesenheitspflicht	ja	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung	24	Semesterwochenstunden	1
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	15
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	75
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Siehe Vorlesung (diese werden in praktischen Aufgaben entsprechend vertieft und angewendet)
Literatur	Siehe Vorlesung
Bemerkungen	

Modul: Digital Impact

Niveau	Master	Kürzel	DI
Modulname englisch	Digital Impact		
Modulverantwortliche	Gumm, Dorina, Prof. Dr.		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Pflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	1	Semesterwochenstunden	2
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	WiSe	Präsenzstunden	30
Lehrsprache	Deutsch	Selbststudiumsstunden	120

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Portfolio-Prüfung	Prüfungsprache	Deutsch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	Die Studierenden ... <ul style="list-style-type: none"> • können aktuelle Entwicklungen mit ihrem technologischen Hintergrund und gesellschaftlicher Bedeutung verstehen und darstellen; • kennen Kriterien zur Beurteilung aktueller Entwicklungen, um diese anzuwenden, und können Kontroversen und Problemstellungen analysieren; • können eigene Gestaltungsoptionen ausloten sowie eigene Vorstellungen zu einer digitalen Gesellschaft entwickeln. 		
Teilnahmevoraussetzungen	IT- bzw. techniknahes Bachelorstudium		

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✓ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✓ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	Dieses Modul kann problemlos als WPF in anderen Studiengängen verwendet werden.
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Digital Impact (Seminar)

(zu Modul: Digital Impact)

Lehrveranstaltungsart	Seminar	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Digital Impact (Seminar)		
Anwesenheitspflicht	ja	ECTS-Leistungspunkte	5
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	150
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	120
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	Drittelnoten

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<p>Wir sind Zeitzeugen und GestalterInnen einer „digitalen Transformation“ unseres Alltags, unserer Gesellschaft und unserer Politik. Freiheit und Kontrolle, Demokratisierung und Kommerzialisierung, Transparenz und Verschlüsselung sind Grundbegriffe der Diskussionen, die unsere Zukunft bestimmen.</p> <p>Die Veränderungen konkretisieren sich in Themen wie z.B. Fake News und Social Bots, Gesetzgebungen zu Vorratsdaten oder BND, Datenschutz, Privatsphäre, Smart Homes oder auch Datenjournalismus, „Demokratisierung der Produktion“ durch 3D-Druck, Veränderungen von Unternehmenskonzepten (z.B. Uber, AirBnB) u.v.m.</p> <p>In diesem Kurs beleuchten wir diese Entwicklungen und schlagen die Brücke zwischen den Fragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche technologischen Konzepte stecken hinter aktuellen gesellschaftlichen und politischen Diskussionen und Prozessen? • Welche gesellschaftlichen und politischen Fragen ergeben sich aus den aktuellen technologischen Entwicklungen? • Welche Zielvorstellungen können wir für eine digitalisierte Welt entwickeln?
Literatur	Aktuelle Berichterstattungen; wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Bemerkungen	

Modul: Sicherheit verteilter Systeme

Niveau	Master	Kürzel	SvS
Modulname englisch	Security Aspects of Distributed Systems		
Modulverantwortliche	Hanemann, Andreas, Prof. Dr.		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Pflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	1	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	WiSe	Präsenzstunden	60
Lehrsprache	Deutsch	Selbststudiumsstunden	90

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Portfolio-Prüfung	Prüfungsprache	Deutsch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> Studierende können die Relevanz von aktuellen und zukünftigen Angriffsszenarien auf verteilte Systeme aus der Sicht einer Organisation einschätzen. Studierende können für eine Organisation eine angemessene Lösung zum Schutz vor Angriffen aus dem Internet ausarbeiten. Angemessen bedeutet hier, dass diese Lösung eine geeignete Abwägung zwischen dem Nutzen durch die Abwehr möglicher Gefahren und dem Aufwand für die Durchführung der Schutzmaßnahmen darstellt. Studierende können für eine Organisation, deren Mitarbeiter*innen oder Systeme über das Internet miteinander kommunizieren, eine existierende Lösung hinsichtlich der Sicherheitsaspekte (inklusive von Verfügbarkeitsaspekten) bewerten und alternative Lösungen unter Verwendung von bekannten Protokollen entwerfen. Studierende können evaluieren, ob eine Organisation von den internen Strukturen und Vorgehensweise her gut auf Sicherheitsrisiken eingestellt ist. Hierzu können die Studierenden standardisierte Rahmenwerke für die Analyse einsetzen. 		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✓ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
--	--

Verwendbarkeit	Kenntnisse aus einem Modul wie „Rechnernetze“ (Bachelor Inf) oder „Kommunikationsnetze“ (Bachelor AET/EKS) werden vorausgesetzt.
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Sicherheit verteilter Systeme (Vorlesung)

(zu Modul: Sicherheit verteilter Systeme)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Security Aspects of Distributed Systems (Lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	60
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<p>Einführung</p> <p>Angriffe auf verteilte Systeme (ARP Spoofing, Port Scans, Schadsoftware, Schwachstellen von Webanwendungen)</p> <p>Schutzmaßnahmen für verteilte Systeme (Firewalls, Intrusion Detection Systeme)</p> <p>Sichere Kommunikation über unsichere Netze (Grundlegende Verfahren, IPsec, TLS, SSH)</p> <p>Standards für Organisationen (IT-Grundschutz, ISO 27000)</p>
Literatur	<p>Andrew S. Tanenbaum, Computernetzwerke, Pearson Studium, 2012</p> <p>Kurose/Ross, Computernetzwerke – Der Top-Down Ansatz, 6. Auflage, Pearson Studium, 2014</p> <p>William Stallings, Network Security Essentials, Pearson Education, 2013</p> <p>IT-Grundschutz Standards, https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/Unternehmen-und-Organisationen/Standards-und-Zertifizierung/IT-Grundschutz/it-grundschutz_node.html</p> <p>Brenner et al., Praxisbuch ISO/IEC 27001, Hanser Verlag, 2011</p>
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Sicherheit verteilter Systeme (Praktikum)

(zu Modul: Sicherheit verteilter Systeme)

Lehrveranstaltungsart	Seminar	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Security Aspects of Distributed Systems (Practical Training)		
Anwesenheitspflicht	ja	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	30
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Studierende arbeiten sich eigenständig in eine aktuelle Fragestellung hinsichtlich der Sicherheit von vernetzten Systemen ein und präsentieren das Thema im Seminar.
Literatur	Literaturhinweise werden pro Thema individuell gegeben
Bemerkungen	

Informatik, Master

2. Fachsemester

Modul: Cloud-native Architekturen

Niveau	Master	Kürzel	CloudArch
Modulname englisch	Cloud-native Architectures		
Modulverantwortliche	Nane Kratzke		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Pflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	2	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	SoSe	Präsenzstunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Selbststudiumsstunden	90

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Projektarbeit	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> Die Studenten kennen die NIST Definition des Cloud Computing und die CNCF Definition von Cloud-native. Die Studenten kennen die CNCF Landscape und nutzen diese (oder vglb. Rahmenwerke) zielgerichtet zur Auswahl, Beurteilung und Entwicklung von Komponenten für Cloud-native Applikationen. Die Studenten wenden das IDEAL-Prinzip zielgerichtet zur Entwicklung Cloud-nativer Architekturen an und berücksichtigen dabei die beiden dominanten Cloud-nativen Architekturstile Microservices und Serverless Architectures. Die Studenten können elastische und resiliente Ansätze für das Scheduling & Orchestration, die Service Coordination & Service Discovery, das Traffic Management, die Observability & Analysis, das Continuous Integration & Deployment, sowie des Service Provisioning die im Rahmen Cloud-nativer Architekturen eingesetzt werden, einschätzen, abwägen und für eigene Architekturen zielgerichtet einsetzen. Die Studenten kennen die Vor- und Nachteile statusloser und statusbehafteter Komponenten vor dem Hintergrund von Skalierbarkeit und Elastizität. Die Studenten kennen die Besonderheiten verteilter Systeme, des CAP Theorems, sowie die Prinzipien der Daten-, Event- und Call-basierten Kopplung und nutzen diese zielgerichtet zur Entwicklung entsprechender Cloud-nativer Architekturen. Die Studenten sind sich der Gesetzmäßigkeiten des Pay-as-you-go Kostenmodells bewusst und können die oben genannten Ansätze zielgerichtet dazu einsetzen, möglichst Ressourcen- 		

	schonende Architekturen für Cloud-native Applikationen und Dienste zu entwerfen.
Teilnahmevoraussetzungen	Das Modul Cloud-native Programmierung sollte bestanden und dessen Voraussetzungen erfüllt sein.
Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es genau eine modulabschließende Prüfung gibt.	
Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✗ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	Die Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten erfolgt nicht nach formalen Vorgaben, sondern wird im Rahmen des allgemein üblichen und gesellschaftlich akzeptierten Miteinanders praktiziert.

Lehrveranstaltung: Cloud-native Architekturen (Vorlesung)

(zu Modul: Cloud-native Architekturen)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Cloud-native Architectures (Lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung	200	Semesterwochenstunden	3
Gruppengröße	200	Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	30
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Die NIST-Definition des Cloud Computing • Das Pay-as-you-go Kostenmodell des Cloud Computing und dessen Auswirkung auf wirtschaftliche Architekturen für Cloud-native Applikationen und Dienste • Elastizität, Skalierbarkeit und Resilienz in Cloud-nativen Applikationen und Diensten • Die CNCF Definition von Cloud-native und die CNCF Landscape • Das IDEAL Prinzip des Service Computing und die dominierenden Architekturstile im Cloud Computing: Microservices und Serverless Architectures • Service Scheduling & Orchestration, Service Coordination & Service Discovery, Traffic Management, Observability & Analysis, Service Provisioning, Continuous Integration & Deployment • Stateless vs. Stateful • (Lose) Kopplung von Diensten mittels Daten-, Event- oder Call-basierter Kopplung vor dem Hintergrund des CAP-Theorems in verteilten Systemen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Nane Kratzke, Cloud-native Computing, Hanser, 2021 • Christoph Fehling, Frank Leymann, Ralph Retter, Walter Schupeck, Peter Arbitter, Cloud Computing Patterns, Springer • Cornelia Davis, Cloud-native – Designing change-tolerant software, Manning

	<ul style="list-style-type: none"> • CNCF Landscape, https://landscape.cncf.io
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Cloud-native Architekturen (Praktikum)

(zu Modul: Cloud-native Architekturen)

Lehrveranstaltungsart	Praktikum	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Cloud-native Programming (Practical Course)		
Anwesenheitspflicht	ja	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung	24	Semesterwochenstunden	1
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	60
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Siehe Vorlesung (diese werden in einem praktischen Projekt vertieft und angewendet)
Literatur	Siehe Vorlesung
Bemerkungen	

Modul: Datenintensive Anwendungen

Niveau	Master	Kürzel	DA
Modulname englisch	Data-intensive applications		
Modulverantwortliche	Zimmermann, Max, Prof. Dr.		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang			
Verpflichtungsgrad	Pflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	2	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	WiSe	Präsenzstunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Selbststudiumsstunden	90

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Projektarbeit	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden kennen unterschiedliche Datenmodelle, APIs und Anfragesprachen für Datenbanksysteme (DBS) und können anwendungsspezifisch ein adäquates DBS auswählen. Die Studierenden können ein verteiltes DBS konfigurieren, in Betrieb nehmen, anwendungsorientiert justieren und (insbesondere bezüglich Performance) evaluieren. Die Studierenden können Komponenten für das Batch- und Stream-Processing differenzieren und einsetzen. 		
Teilnahmevoraussetzungen	Die Studierenden haben einen Bachelor-Studienabschluss in Informatik oder in einem vergleichbaren Studiengang erlangt. Sie kennen die Grundlagen von relationalen Datenbanksystemen, von Kommunikationsprotokollen (insbesondere TCP/IP, HTTP) von Linux und Container-Orchestrierung mittels Kubernetes. Sie beherrschen mind. eine Programmiersprache.		

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✓ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✗ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	In diesem Modul können Sie Kenntnisse des Moduls Cloud-native Programmierung praktisch umsetzen.
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Datenintensive Anwendungen (Vorlesung)

(zu Modul: Datenintensive Anwendungen)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Data-intensive applications (Lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	30
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Horizontale Skalierbarkeit und CAP-Theorem • Datenmodelle, Schemafreiheit und Anfragesprachen • Partitionierung und Replikation von Daten in verteilten Systemen • Konsistenz Modelle, Conflict-free replicated data types (CRDTs) • Verteilte Transaktionen und Konsens • Batch- vs. Stream-Processing • Benchmarking verteilter Datenbanksysteme
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Martin Kleppmann: Designing Data-Intensive Applications – The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems; O'Reilly, 2017 • Tyler Akidau, Slava Chernyak, Reuven Lax: Streaming Systems – The What, Where, When, and How of Large-Scale Data Processing; O'Reilly, 2018 • Alex Petrov: Database internals – A deep-dive into how distributed data systems works; O'Reilly, 2019 • M.Tamer Özsu und Patrick Valduriez - Principles of Distributed Database Systems, Fourth Edition, 2020
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Datenintensive Anwendungen (Praktikum)

(zu Modul: Datenintensive Anwendungen)

Lehrveranstaltungsart	Praktikum	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Data-intensive applications (Practical Training)		
Anwesenheitspflicht	ja	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	15
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	75
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Das Praktikum dient der Anwendung der in der Vorlesung vorgestellten Lehrinhalte in einem Projekt.
Literatur	
Bemerkungen	

Modul: Edge Computing

Niveau	Master	Kürzel	EC
Modulname englisch	Edge Computing		
Modulverantwortliche	Blaurock, Ole, Prof. Dr.		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Pflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	2	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	SoSe	Präsenzstunden	60
Lehrsprache	Deutsch	Selbststudiumsstunden	90

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Portfolio-Prüfung	Prüfungsprache	Deutsch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<p>Die Studierenden kennen typische Anwendungsszenarien, die speziellen Anforderungen an Systeme für Edge Computing, sowie typische Architekturen und Plattformen zur Implementierung dieser Systeme.</p> <p>Sie sind in der Lage verschiedene Ansätze zum Entwurf verteilter eingebetteter Systeme im Allgemeinen und für Sensornetzwerke im Speziellen umzusetzen und die Ansätze hinsichtlich ihrer Eignung für spezielle Anwendungskontexte zu beurteilen.</p> <p>Die Studierenden kennen aktuelle Trends und Themen des Edge Computing und sind in der Lage diese bei eigenen Projekten zu berücksichtigen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage selbständig eine Implementierung zu einem gegebenen Szenario zu erarbeiten, zu dokumentieren und diese geeignet zu präsentieren.</p>		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	<p>✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard)</p> <p>✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden</p> <p>✗ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)</p>
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Edge Computing (Vorlesung)

(zu Modul: Edge Computing)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Edge Computing (Lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	3
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	40
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	20
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Systemaufbau <ul style="list-style-type: none"> • Hardwareüberblick • Sensornetze • Plattformen und Entwicklungswerkzeuge • Cyberphysical Systems • Kommunikationstechnologien und -protokolle <ul style="list-style-type: none"> • Data-centric and content-based networking • Drahtlose Netzwerke (802.15.4, 6LoWPAN, ZigBee) • Routing in Sensornetzwerken, energiesparende Routingverfahren • Lokalisierung in Sensornetzwerken <ul style="list-style-type: none"> • Klassifikation, genaue und grobkörnige Lokalisierungsverfahren • Algorithmen zur Lokalisierung • Software für Sensornetzwerke <ul style="list-style-type: none"> • Betriebssysteme, Frameworks und Entwicklungsplattformen • Sicherheit in Sensornetzwerken • Anwendungen von Sensornetzwerken
Literatur	Rastko R. Selmic, Vir V. Phoha, Abdul Serwadda: Wireless Sensor Networks: Security, Coverage, and Localization, Springer International, 2016, ISBN 978-3-319-46767-2

Wayne Wolf: Computers as Components, Principles of Embedded Computing System Design, Morgan Kaufmann Publishers, 2. Aufl., 2008, ISBN 978-0123743978

Andrew S. Tanenbaum und Maarten van Steen: Verteilte Systeme - Prinzipien und Paradigmen, 2. aktualisierte Auflage, Pearson Studium, 2008, ISBN 978-3-8273-7293-2

Felix Hüning: Embedded Systems für IoT, Springer Vieweg, 2019, ISBN 978-3-662-57901-5 (eBook)

Bemerkungen	
--------------------	--

Lehrveranstaltung: Edge Computing (Projekt)

(zu Modul: Edge Computing)

Lehrveranstaltungsart	Projekt	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Edge Computing (Project)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	1
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	20
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	70
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Die Studierenden erarbeiten selbständig eine Implementierung zu einem gegebenen Szenario und dokumentieren und präsentieren dies geeignet.
Literatur	Literatur der Vorlesung, sowie zusätzlich: Ausgewählte Buchkapitel und wissenschaftliche Artikel zur Vorbereitung und als Grundlage für praktische Entwurfsaufgaben.
Bemerkungen	

Modul: Wissenschaftliches Projekt I

Niveau	Master	Kürzel	WP I
Modulname englisch	Scientific Project I		
Modulverantwortliche	Professor*innen der Informatik		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Pflicht	ECTS-Leistungspunkte	10
Fachsemester	2	Semesterwochenstunden	1
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	300
Angebotshäufigkeit	SoSe	Präsenzstunden	15
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Selbststudiumsstunden	285

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Projektarbeit	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	Die im Studium erworbenen Kenntnisse im Bereich verteilter Systeme werden in einem wissenschaftlichen Projekt umgesetzt. Es wird die Fähigkeit gefördert und gefordert, ein komplexes Thema in einer kleinen Gruppe zu analysieren, Lösungswege aufzuzeigen, Teilaufgaben zu identifizieren und Teilaufgaben zu realisieren.		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✓ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Wissenschaftliches Projekt I (Pj)

(zu Modul: Wissenschaftliches Projekt I)

Lehrveranstaltungsart	Projekt	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Scientific Project I (Pj)		
Anwesenheitspflicht	ja	ECTS-Leistungspunkte	10
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	1
Gruppengröße	3	Arbeitsaufwand in Stunden	300
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	15
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	285
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Der konkrete Gegenstand des Projektes wird von Lehrenden individuell mit der Kleingruppe definiert.
Literatur	Je nach Art der Projekte wird eine spezielle Literaturliste pro Semester zusammengestellt
Bemerkungen	

Modul: Wissenschaftliches Seminar

Niveau	Master	Kürzel	WissSem
Modulname englisch	Scientific Seminar		
Modulverantwortliche	Prof. Dr.-Ing. Denys Matthies		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Pflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	2	Semesterwochenstunden	1
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	SoSe	Präsenzstunden	15
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Selbststudiumsstunden	135

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Projektarbeit	Prüfungsprache	Deutsch
Dauer PL in Minuten	30	Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<p>Nach Abschluss des Studienmoduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Anforderungen an eine wissenschaftliche Arbeit (Regeln, Form, Stil, Inhalt) zu benennen und in ihrer Arbeit anzuwenden, • die verschiedenen Arten von wissenschaftlichen Arbeiten zu klassifizieren, • eine wissenschaftliche Fragestellung zu formulieren, • das Themengebiet mit fachlicher Literaturrecherche abzugrenzen, • die korrekte methodische Herangehensweise an eine Wissenschaftliche Arbeit zu eruieren, • einen wissenschaftlichen Text strukturiert nach wissenschaftlichen Standards abzufassen, • der Präsentation der Arbeitsergebnisse in einem wissenschaftlichen Text sachgemäß auszuwerten, • eigene und fremde Arbeiten kritisch zu bewerten und mit Kritik umzugehen. 		
Teilnahmevoraussetzungen	Erfolgreicher Abschluss aller Module aus Sem. 1 empfohlen		

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	<p>✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard)</p> <p>✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden</p> <p>✓ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)</p>
Verwendbarkeit	Wissenschaftliches Projekt
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Wissenschaftliches Seminar

(zu Modul: Wissenschaftliches Seminar)

Lehrveranstaltungsart	Seminar	Lernform	
LV-Name englisch	Scientific Seminar		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	5
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	1
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	150
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	15
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	135
Dauer SL in Minuten	30	Bewertungssystem SL	Drittelnoten

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Wissenschaftliche Sprache und sprachlicher Ausdruck in Englisch Grundregeln wissenschaftlichen Argumentierens Strukturierung und Aufbau einer wissenschaftlichen Arbeit Differenzierung von verschiedenen Arten wissenschaftlicher Arbeiten und Kontributionen Aufstellen einer Forschungsfrage und Hypothesen Methodische Herangehensweisen zur Beantwortung dieser Formalitäten zur Abfassung der Arbeit (Verzeichnisse, Abbildungen und Tabellen, ...) Bewertungskriterien von Wissenschaftlichen Arbeiten
Literatur	<p>Exemplarisch:</p> <ul style="list-style-type: none"> Zobel J.: Writing for Computer Science. Springer, London – Berlin – Heidelberg - New York - Hong Kong – Milan – Paris – Tokyo, 1997. Stickel-Wolf C., Wolf, J.: Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken. Erfolgreich studieren – gewusst wie! Gabler, Wiesbaden, 2001
Bemerkungen	

Informatik, Master

3. Fachsemester

Modul: Oberseminar Informatik

Niveau	Master	Kürzel	OS
Modulname englisch	Advanced Seminar Computer Science		
Modulverantwortliche	Professor*innen der Informatik		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Pflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	3	Semesterwochenstunden	1
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	SoSe	Präsenzstunden	15
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Selbststudiumsstunden	135

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Projektarbeit	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	Die Studierenden können sich selbstständig in neue Ergebnisse und Techniken in Bezug auf komplexe Systeme der Informatik einarbeiten und die Inhalte einem Fachpublikum präsentieren.		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✓ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Oberseminar Informatik

(zu Modul: Oberseminar Informatik)

Lehrveranstaltungsart	Projekt	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Advanced Seminar Computer Science		
Anwesenheitspflicht	ja	ECTS-Leistungspunkte	5
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	1
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	15
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	135
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Der konkrete Gegenstand des Seminar wird von Lehrenden individuell mit der Kleingruppe definiert.
Literatur	Je nach Art der Projekte wird eine spezielle Literaturliste pro Semester zusammengestellt
Bemerkungen	

Modul: Wissenschaftliches Projekt II

Niveau	Master	Kürzel	WP II
Modulname englisch	Scientific Project II		
Modulverantwortliche	Professor*innen der Informatik		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Pflicht	ECTS-Leistungspunkte	10
Fachsemester	3	Semesterwochenstunden	1
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	300
Angebotshäufigkeit	SoSe	Präsenzstunden	15
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Selbststudiumsstunden	285

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Projektarbeit	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	Die im Studium erworbenen Kenntnisse im Bereich verteilter Systeme werden in einem wissenschaftlichen Projekt umgesetzt. Es wird die Fähigkeit gefördert und gefordert, ein komplexes Thema in einer kleinen Gruppe zu analysieren, Lösungswege aufzuzeigen, Teilaufgaben zu identifizieren und Teilaufgaben zu realisieren.		
Teilnahmevoraussetzungen	Dieses Modul kann das Wissenschaftliche Projekt I thematisch fortsetzen.		

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✓ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Wissenschaftliches Projekt II (Pj)

(zu Modul: Wissenschaftliches Projekt II)

Lehrveranstaltungsart	Projekt	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Scientific Project II (Pj)		
Anwesenheitspflicht	ja	ECTS-Leistungspunkte	10
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	1
Gruppengröße	3	Arbeitsaufwand in Stunden	300
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	15
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	285
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Der konkrete Gegenstand des Projektes wird von Lehrenden individuell mit der Kleingruppe definiert.
Literatur	Je nach Art der Projekte wird eine spezielle Literaturliste pro Semester zusammengestellt
Bemerkungen	

Informatik, Master

4. Fachsemester

Modul: Masterarbeit und Kolloquium

Niveau	Master	Kürzel	MA
Modulname englisch	Master Thesis and Oral Examination		
Modulverantwortliche	Professor*innen der Informatik		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Pflicht	ECTS-Leistungspunkte	30
Fachsemester	4	Semesterwochenstunden	
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	900
Angebotshäufigkeit	(Flexibel)	Präsenzstunden	1
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Selbststudiumsstunden	899

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✓ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	Gewichtung der Teilprüfungen: siehe PVO

Lehrveranstaltung: Masterarbeit

(zu Modul: Masterarbeit und Kolloquium)

Lehrveranstaltungsart		Lernform	
LV-Name englisch	Master Thesis		
Anwesenheitspflicht	ja	ECTS-Leistungspunkte	27
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	810
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	0
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	810
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	Drittelnoten

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Abschlussarbeit	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<p>Die Studierenden bearbeiten in der Masterarbeit ein Thema der Informatik selbstständig, wissenschaftlich auf dem Stand der Forschung.</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden zeigen dabei ein umfassendes Verständnis für die das Thema betreffenden wissenschaftlichen Methoden und Verfahren. Die Studierenden wählen geeignete Methoden aus und setzen diese korrekt ein. Wenn notwendig, passen sie diese entsprechend an oder entwickelt sie weiter. Die Studierenden vergleichen ihre Ergebnisse kritisch mit anderen Ansätzen und evaluieren ihre Ergebnisse. 		
Teilnahmevoraussetzungen	<p>Voraussetzung für die Zulassung zur Masterarbeit ist der Nachweis aller nach dem Modulplan der Studien- und Prüfungsordnung bis zum Ende des dritten Fachsemesters zu erbringenden Studien- und Prüfungsleistungen. Es dürfen jedoch bis zu zwei Prüfungsleistungen oder Studienleistungen oder eine Prüfungsleistung und eine Studienleistung nacherbracht werden.</p>		

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Selbständige Bearbeitung einer wissenschaftlichen Fragestellung der Informatik nach wissenschaftlichen Grundsätzen entsprechend dem aktuellen Stand der Forschung in begrenzter Zeit. Die Problemstellung, Vorgehensweise sowie die Ergebnisse werden schriftlich dokumentiert. Alle Betreuer sind dazu aufgefordert auf Gender- und Diversity-Aspekte bei der Erstellung der Arbeit zu achten.
Literatur	Abhängig von Thema und Aufgabenstellung
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Kolloquium

(zu Modul: Masterarbeit und Kolloquium)

Lehrveranstaltungsart		Lernform	
LV-Name englisch	Oral Examination		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	0
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache		Präsenzstunden	1
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	89
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Kolloquium	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten	60	Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	Die Studierenden können sich eine wissenschaftliche Meinung bilden und ihre Ergebnisse in Diskussionen präsentieren und vertreten.		
Teilnahmevoraussetzungen	Voraussetzungen für die Zulassung zur mündlichen studienabschließenden Prüfung (Kolloquium) sind der Nachweis aller nach dem Regelstudienplan der Studienordnung zu erbringenden Leistungen und die bestandene Masterarbeit.		

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	
Literatur	
Bemerkungen	

Informatik, Master

Wahlpflichtmodule

Module: Advanced Machine Vision

Level	Master	Short Name	AMV
Responsible Lecturers	Prof. Dr. Ralph Hänsel		
Department, Facility	Electrical Engineering and Computer Science		
Course of Studies	Computer Science/Software Engineering for Distributed Systems, Master		
Compulsory/elective	Compulsory elective	ECTS Credit Points	5
Semester of Studies	(Unspecified)	Semester Hours per Week	4
Length (semesters)	1	Workload (hours)	150
Frequency	(Flexible)	Presence Hours	60
Teaching Language	German/English	Self-Study Hours	90

The following section is filled only if there is **exactly one** module-concluding exam.

Exam Type	Portfolio Exam	Exam Language	German/English
Exam Length (minutes)		Exam Grading System	One-third Grades
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • Students can describe the main functionalities of the robot operating system 2 (ROS2) • Students can integrate new functional blocks into ROS2 • Students can describe basic deep learning architectures for object detection and other tasks in machine vision • Students can perform the training of a given object detector model on a custom dataset and evaluate the performance • Students can describe the properties of the environment model • Students can apply different depth estimation technologies to estimate the position of a detected object • Students can describe technologies for ego-motion estimation and joint map generation (SLAM) • Students can state the physical description of light 		
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is **exactly one** module-concluding exam.

Consideration of Gender and Diversity Issues	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Use of gender-neutral language (THL standard) ✓ Target group specific adjustment of didactic methods ✓ Making subject diversity visible (female researchers, cultures etc.)
Applicability	Robotics
Remarks	

Module Course: Advanced Machine Vision (Lecture)

(of Module: Advanced Machine Vision)

Course Type	Lecture	Form of Learning	Presence
Mandatory Attendance	no	ECTS Credit Points	3
Participation Limit		Semester Hours per Week	3
Group Size		Workload (hours)	120
Teaching Language	German/English	Presence Hours	45
Study Achievements ("Studienleistung", SL)		Self-Study Hours	75
SL Length (minutes)		SL Grading System	

The following section is filled only if there is a course-specific exam.

Exam Type		Exam Language	
Exam Length (minutes)		Exam Grading System	
Learning Outcomes			
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is a course-specific exam.

Contents	<p>The course is focused on autonomous driving and how vision can play an important role as a sensor in an autonomous robot</p> <p>Processing Environment (ROS2)</p> <p>Image and Light</p> <p>Deep Learning in Machine Vision</p> <p>Environment Model</p> <p>Functional Safety Aspects</p>
Literature	Literature will be given in the lecture
Remarks	

Module Course: Advanced Machine Vision (Lab)

(of Module: Advanced Machine Vision)

Course Type	Practical Training	Form of Learning	Presence
Mandatory Attendance	no	ECTS Credit Points	2
Participation Limit		Semester Hours per Week	1
Group Size	12	Workload (hours)	30
Teaching Language	German/English	Presence Hours	15
Study Achievements ("Studienleistung", SL)		Self-Study Hours	15
SL Length (minutes)		SL Grading System	

The following section is filled only if there is a course-specific exam.

Exam Type		Exam Language	
Exam Length (minutes)		Exam Grading System	
Learning Outcomes			
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is a course-specific exam.

Contents	See lecture
Literature	See lecture
Remarks	

Module: Autonomous Vehicles

Level	Master	Short Name	AuVeh
Responsible Lecturers	Korff, Alexander, Prof. Dr.		
Department, Facility	Electrical Engineering and Computer Science		
Course of Studies	Computer Science/Software Engineering for Distributed Systems, Master		
Compulsory/elective	Compulsory elective	ECTS Credit Points	5
Semester of Studies	2	Semester Hours per Week	4
Length (semesters)	1	Workload (hours)	150
Frequency	WiSe	Presence Hours	60
Teaching Language	German/English	Self-Study Hours	90

The following section is filled only if there is **exactly one** module-concluding exam.

Exam Type	Project Work	Exam Language	German/English
Exam Length (minutes)		Exam Grading System	One-third Grades
Learning Outcomes	<ul style="list-style-type: none"> • The students know the characteristics of an autonomous system. • They can analyze existing autonomous systems and are able to discuss their abilities. • Furthermore, the students are able to design an autonomous system, choose appropriate sensors, actuators and algorithms to enable the AS to perform a certain task autonomously. • The students know the limitations of certain sensors, actuators and robotic algorithms. 		
Participation Prerequisites	Dealing with a higher programming language and/or dealing with Matlab/Simulink, ideally knowledge of ROS (Robotic Operating System) and/or mobile systems		

The previous section is filled only if there is **exactly one** module-concluding exam.

Consideration of Gender and Diversity Issues	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Use of gender-neutral language (THL standard) ✓ Target group specific adjustment of didactic methods ✗ Making subject diversity visible (female researchers, cultures etc.)
Applicability	
Remarks	

Module Course: Autonomous Vehicles (Lecture)

(of Module: Autonomous Vehicles)

Course Type	Lecture	Form of Learning	Presence
Mandatory Attendance	no	ECTS Credit Points	3
Participation Limit		Semester Hours per Week	2
Group Size		Workload (hours)	90
Teaching Language	German/English	Presence Hours	30
Study Achievements ("Studienleistung", SL)		Self-Study Hours	60
SL Length (minutes)		SL Grading System	

The following section is filled only if there is a course-specific exam.

Exam Type		Exam Language	
Exam Length (minutes)		Exam Grading System	
Learning Outcomes			
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is a course-specific exam.

Contents	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction to Autonomous Systems 2. Robotics Operating System 2 3. Sensors, actuators and their use 4. Orientation and Mapping and Path Planning (3D) 5. Reasoning and System Integration
Literature	Roland Siegwart et al., Introduction to Autonomous Mobile Robots
Remarks	

Module Course: Autonomous Vehicles (Practical Training)

(of Module: Autonomous Vehicles)

Course Type	Practical Training	Form of Learning	Presence
Mandatory Attendance	yes	ECTS Credit Points	2
Participation Limit		Semester Hours per Week	2
Group Size	18	Workload (hours)	60
Teaching Language	German/English	Presence Hours	30
Study Achievements ("Studienleistung", SL)	Practical Training	Self-Study Hours	30
SL Length (minutes)		SL Grading System	Pass

The following section is filled only if there is a course-specific exam.

Exam Type		Exam Language	
Exam Length (minutes)		Exam Grading System	
Learning Outcomes			
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is a course-specific exam.

Contents	Introduction to the Turtlebot4 Robot Platform Start of Project Work
Literature	Roland Siegwart et al., Introduction to Autonomous Mobile Robots
Remarks	

Modul: Fortgeschrittene Themen der Informatik I

Niveau	Master	Kürzel	FTI I
Modulname englisch	Advanced Topics in Computer Science I		
Modulverantwortliche	Professor*innen der Informatik		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Wahlpflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	(Nicht festgelegt)	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	(Flexibel)	Präsenzstunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Selbststudiumsstunden	90

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Portfolio-Prüfung	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<p>Die Studierenden können über ein aktuelles Thema komplexer Informatik-Systeme berichten.</p> <p>Die Studierenden können eine vorgestellte fortgeschrittene Technologie oder Entwicklung einordnen, bewerten und auf konkrete Fragestellungen anwenden.</p>		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✓ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Fortgeschrittene Themen der Informatik I (Vorlesung)

(zu Modul: Fortgeschrittene Themen der Informatik I)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Advanced Topics in Computer Science I (Lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	3
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	45
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Die aktuellen Inhalte werden durch die Lehrenden festgelegt.
Literatur	Die Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Fortgeschrittene Themen der Informatik I (Praktikum)

(zu Modul: Fortgeschrittene Themen der Informatik I)

Lehrveranstaltungsart	Praktikum	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Advanced Topics in Computer Science I (Practical Course)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	1
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	15
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Siehe VL
Literatur	Siehe VL
Bemerkungen	

Modul: Fortgeschrittene Themen der Informatik II

Niveau	Master	Kürzel	FTI II
Modulname englisch	Advanced Topics in Computer Science II		
Modulverantwortliche	Professor*innen der Informatik		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Wahlpflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	(Nicht festgelegt)	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	(Flexibel)	Präsenzstunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Selbststudiumsstunden	90

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Portfolio-Prüfung	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<p>Die Studierenden können über ein aktuelles Thema komplexer Informatik-Systeme berichten.</p> <p>Die Studierenden können eine vorgestellte fortgeschrittene Technologie oder Entwicklung einordnen, bewerten und auf konkrete Fragestellungen anwenden.</p>		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✓ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Fortgeschrittene Themen der Informatik II (Vorlesung)

(zu Modul: Fortgeschrittene Themen der Informatik II)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Advanced Topics in Computer Science II (Lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	3
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	45
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Die aktuellen Inhalte werden durch die Lehrenden festgelegt.
Literatur	Die Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Fortgeschrittene Themen der Informatik II (Praktikum)

(zu Modul: Fortgeschrittene Themen der Informatik II)

Lehrveranstaltungsart	Praktikum	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Advanced Topics in Computer Science II (Practical Course)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	1
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	15
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Siehe VL
Literatur	Siehe VL
Bemerkungen	

Modul: Fortgeschrittene Themen der Informatik III

Niveau	Master	Kürzel	FTI III
Modulname englisch	Advanced Topics in Computer Science III		
Modulverantwortliche	Professor*innen der Informatik		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Wahlpflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	(Nicht festgelegt)	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	(Flexibel)	Präsenzstunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Selbststudiumsstunden	90

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Portfolio-Prüfung	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<p>Die Studierenden können über ein aktuelles Thema komplexer Informatik-Systeme berichten.</p> <p>Die Studierenden können eine vorgestellte fortgeschrittene Technologie oder Entwicklung einordnen, bewerten und auf konkrete Fragestellungen anwenden.</p>		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✓ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Fortgeschrittene Themen der Informatik III (Vorlesung)

(zu Modul: Fortgeschrittene Themen der Informatik III)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Advanced Topics in Computer Science III (Lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	3
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	45
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Die aktuellen Inhalte werden durch die Lehrenden festgelegt.
Literatur	Die Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Fortgeschrittene Themen der Informatik III (Praktikum)

(zu Modul: Fortgeschrittene Themen der Informatik III)

Lehrveranstaltungsart	Praktikum	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Advanced Topics in Computer Science III (Practical Course)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	1
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	15
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Siehe VL
Literatur	Siehe VL
Bemerkungen	

Modul: Fortgeschrittene Themen der Informatik IV

Niveau	Master	Kürzel	FTI IV
Modulname englisch	Advanced Topics in Computer Science IV		
Modulverantwortliche	Professor*innen der Informatik		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Wahlpflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	(Nicht festgelegt)	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	(Flexibel)	Präsenzstunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Selbststudiumsstunden	90

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Portfolio-Prüfung	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<p>Die Studierenden können über ein aktuelles Thema komplexer Informatik-Systeme berichten.</p> <p>Die Studierenden können eine vorgestellte fortgeschrittene Technologie oder Entwicklung einordnen, bewerten und auf konkrete Fragestellungen anwenden.</p>		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✓ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Fortgeschrittene Themen der Informatik IV (Vorlesung)

(zu Modul: Fortgeschrittene Themen der Informatik IV)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Advanced Topics in Computer Science IV (Lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	3
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	45
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Die aktuellen Inhalte werden durch die Lehrenden festgelegt.
Literatur	Die Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Fortgeschrittene Themen der Informatik IV (Praktikum)

(zu Modul: Fortgeschrittene Themen der Informatik IV)

Lehrveranstaltungsart	Praktikum	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Advanced Topics in Computer Science IV (Practical Course)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	1
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	15
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Siehe VL
Literatur	Siehe VL
Bemerkungen	

Module: Hardware-based IT-Security

Level	Master	Short Name	HWS
Responsible Lecturers	Oliver Stecklina, Prof. Dr.		
Department, Facility	Electrical Engineering and Computer Science		
Course of Studies	Applied Information Technology, Master		
Compulsory/elective	Elective	ECTS Credit Points	5
Semester of Studies	(Unspecified)	Semester Hours per Week	4
Length (semesters)	1	Workload (hours)	150
Frequency	WiSe	Presence Hours	60
Teaching Language	German/English	Self-Study Hours	90

The following section is filled only if there is **exactly one** module-concluding exam.

Exam Type	Project Work	Exam Language	German/English
Exam Length (minutes)		Exam Grading System	
Learning Outcomes	After successfully completing the event, students will be able to: <ul style="list-style-type: none"> • estimate and assess the effectiveness and efficiency of hardware-based IT security solutions, • formulate requirements for the provision of security-enhancing capabilities of system modules, • design application-specific solutions for hardware-based security, • implement secure hardware-based crypto functions and random number generators, and develop solutions for tamper-proof hardware.		
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is **exactly one** module-concluding exam.

Consideration of Gender and Diversity Issues	✓ Use of gender-neutral language (THL standard) ✗ Target group specific adjustment of didactic methods ✓ Making subject diversity visible (female researchers, cultures etc.)
Applicability	
Remarks	

Module Course: Hardware-based IT Security (Lecture)

(of Module: Hardware-based IT-Security)

Course Type	Lecture	Form of Learning	Presence
Mandatory Attendance	no	ECTS Credit Points	3
Participation Limit		Semester Hours per Week	3
Group Size		Workload (hours)	90
Teaching Language	German/English	Presence Hours	45
Study Achievements ("Studienleistung", SL)		Self-Study Hours	45
SL Length (minutes)		SL Grading System	

The following section is filled only if there is a course-specific exam.

Exam Type		Exam Language	
Exam Length (minutes)		Exam Grading System	
Learning Outcomes			
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is a course-specific exam.

Contents	<p>This module imparts knowledge of the technical implementation of mechanisms and algorithms in IT security. The module focuses on hardware-based problems and solutions in small and power-restricted systems. The students can then examine questions regarding the hardware-based implementation of security functions with regard to their application-specific suitability or compile suitable solutions and assess their effectiveness and efficiency.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to small and power-restricted systems • Methods and procedures of physical attacks <ul style="list-style-type: none"> • Hardware Hacking • Side channel attacks • Trustworthy system modules <ul style="list-style-type: none"> • Hardware-based crypto functions • Secure random number generation • Remote attestation • Tamper-proof hardware <ul style="list-style-type: none"> • Hardware-based encryption • Physical Unclonable Functions • Tamper resistance
Literature	<p>[1] Stefan Mangard, Elisabeth Oswald und Thomas Popp; Power Analysis Attacks; Springer 2007</p> <p>[2] Christof Paar, Jan Palz; Understanding Cryptography: A Textbook for Students and Practitioners; Springer 2010</p>

[3] Mohammed Theraipoor, Cliff Wang; Introduction to Hardware Security and Trust; Springer 2012

[4] Christoph Böhm, Maximilian Hofer; Physical Unclonable Functions in Theory and Practice; Springer 2013

Remarks	
----------------	--

Module Course: Hardware-based IT Security (Practical Training)

(of Module: Hardware-based IT-Security)

Course Type		Form of Learning	Presence
Mandatory Attendance	no	ECTS Credit Points	2
Participation Limit		Semester Hours per Week	1
Group Size	12	Workload (hours)	60
Teaching Language	English	Presence Hours	15
Study Achievements ("Studienleistung", SL)	Practical Training	Self-Study Hours	45
SL Length (minutes)		SL Grading System	Pass

The following section is filled only if there is a course-specific exam.

Exam Type		Exam Language	
Exam Length (minutes)		Exam Grading System	
Learning Outcomes			
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is a course-specific exam.

Contents	The knowledge of the lecture is to be consolidated in practical examples: <ul style="list-style-type: none"> Electromagnetic and / or power analysis of crypto functions in FPGAs and on microcontrollers Setup of tamper-resistant circuits
Literature	Beispiel: Jukic, N. et al.: Database Systems, Prospect Press, 2016
Remarks	

Module: Human-Computer Interfaces

Level	Master	Short Name	HCI
Responsible Lecturers	Matthies, Denys, Prof. Dr.-Ing.		
Department, Facility	Electrical Engineering and Computer Science		
Course of Studies	Computer Science/Software Engineering for Distributed Systems, Master		
Compulsory/elective	Elective	ECTS Credit Points	5
Semester of Studies	(Unspecified)	Semester Hours per Week	4
Length (semesters)	1	Workload (hours)	150
Frequency	WiSe	Presence Hours	60
Teaching Language	English	Self-Study Hours	90

The following section is filled only if there is **exactly one** module-concluding exam.

Exam Type	Project Work	Exam Language	German/English
Exam Length (minutes)		Exam Grading System	One-third Grades
Learning Outcomes	<p>The students get an overview of the interdisciplinary science of Human-Computer Interaction (HCI) and its central concepts, definitions, and research areas. They acquire knowledge regarding the History and Future Trends of HCI, Foundations of HCI (especially Psychology, Cognitive Sciences, Ergonomics), HCI Models and Interaction Concepts, Prototyping (Input & Feedback Interfaces), Human-Centered Machine Learning, Human Activity Recognition (HAR), Sensing Technologies for HAR, and typical Evaluation Methods in HCI. Participants learn that a User Interface (UI) goes beyond being a software interface, including physical interfaces, as they learn how to apply their acquired theoretical knowledge throughout the lectures to develop, analyze, and evaluate UIs. Furthermore, students practice their fabrication skills by independently building a hardware-based UI on the scope of their self-chosen HCI project.</p> <p>The examination includes the implementation, a written report, and an oral presentation of the project.</p>		
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is **exactly one** module-concluding exam.

Consideration of Gender and Diversity Issues	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Use of gender-neutral language (THL standard) ✓ Target group specific adjustment of didactic methods ✓ Making subject diversity visible (female researchers, cultures etc.)
Applicability	
Remarks	

Module Course: Human-Computer Interfaces (Lecture)

(of Module: Human-Computer Interfaces)

Course Type	Lecture	Form of Learning	Presence
Mandatory Attendance	yes	ECTS Credit Points	2
Participation Limit		Semester Hours per Week	2
Group Size		Workload (hours)	60
Teaching Language	English	Presence Hours	30
Study Achievements ("Studienleistung", SL)		Self-Study Hours	30
SL Length (minutes)		SL Grading System	

The following section is filled only if there is a course-specific exam.

Exam Type		Exam Language	
Exam Length (minutes)		Exam Grading System	
Learning Outcomes			
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is a course-specific exam.

Contents	<p>Introduction into HCI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basic Terms • Interaction Paradigms • Ubiquitous Computing <p>History & Future</p> <ul style="list-style-type: none"> • Computer & Networks <ul style="list-style-type: none"> • Automation and complex information systems • Network development • Development of graphical user interfaces • Future Computing <ul style="list-style-type: none"> • HCI Visionaries • Assistive Augmentation <p>Foundations of HCI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Human cognition and information processing • Human behavior and errors • Security-related behavior • Stress and strain in sociotechnical systems <p>HCI Models & Interaction Concepts</p> <ul style="list-style-type: none"> • HCI Models • Interaction Concepts <ul style="list-style-type: none"> • Focused Interaction • Peripheral Interaction • Implicit Interaction
-----------------	--

- Reflexive Interaction

Prototyping Input & Feedback Interfaces

- Rapid Prototyping
- Prototyping Platforms
- Input Interfaces
- Feedback Interfaces

Human-Centered Machine Learning

- Overview
- Machine Learning
- Human-in-the-Loop

Human Activity Recognition

- Overview
- HAR Chain
- Examples

Sensing Technologies

- Inertial
 - Accelerometer
 - Gyroscope
 - Magnetometer
- Electric
 - Passive Capacitive / Electric Field Sensing
 - Active Capacitive Sensing
- Acoustic
 - Doppler Effect
 - Technological Developments
- Optical
 - Optical (Light) Sensors
 - Image (Camera) Sensors

Evaluation

- Study Design
- Standardized Test
 - Usability: SUS
 - User Experience: UEQ, meQUE
 - Load: NASA TLX, Burden Scale
- Data Acquisition
- Methods for Data Analysis

Literature

Carroll, J. M. (2003). HCI Models, Theories and Frameworks: Toward a Multidisciplinary Science. San Francisco u.a.: Morgan Kaufman.

Norman, D. (1988). The Psychology of Everyday Things. New York: Basic Books. (deutsch: Dinge des Alltags, Frankfurt: Campus)

Shneiderman, B., Plaisant, C. (2010). Designing the user interface. Strategies for effective human-computer interaction. Addison-Wesley. Boston, 5th edition.

ISO 9241: Ergonomics of Human-Computer Interaction. International Organization for Standardization.

Nielsen, J. (2009). Powers of 10: Time scales in user experience. Retrieved January, 5, 2015.

Preece, Rogers and Sharp (2002): Designing interactive products to support people in their everyday and working lives.

Jennifer Preece, Yvonne Rogers, Helen Sharp (2002) Interaction Design, ISBN: 0471492787.

Weiser, M. (1991). The computer for the 21st century. *Scientific american*, 265(3), 94-104.

Mark Weiser. (1999). The computer for the 21st century. *SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev.* 3, 3 (July 1999), 3–11.

O'Sullivan, D., & Igoe, T. (2004). *Physical computing: sensing and controlling the physical world with computers*. Course Technology Press. ISBN-13: 978-1592003464.

Dix, A., Finlay, J., Abowd, G., & Beale, R. (1993). *Task analysis. Human-computer Interaction*.

Engelbart, D. C. (1962). *Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework*. Summary Report AFOSR-3223 under Contract AF 49 (638)-1024, SRI Project 3578 for Air Force Office of Scientific Research. Stanford Research Institute.

Starner, T., Mann, S., Rhodes, B., Levine, J., Healey, J., Kirsch, D., ... & Pentland, A. (1997). *Augmented reality through wearable computing*. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 386-398.

Licklider, J. C. (1960). Man-computer symbiosis. *IRE Trans. on Human Factors in Electronics*, (1), 4-11.

Barber, P. (2015). *Applied cognitive psychology: An information-processing framework*. Routledge.

Nørretranders, T. (1998). *The User Illusion: Cutting Consciousness Down to Size*, trans. Jonathan Sydenham. New York: Viking Penguin.

Deetjen, P., Speckmann, E. J., & Hescheler, J. (2005). *Repetitorium Physiologie*. Urban & Fischer.

Bakker, S., Hausen, D., Selker, T. (2016). *Peripheral Interaction: Challenges and Opportunities for HCI in the Periphery of Attention*. Springer.

Matthies, D.J.C., Urban, B., Wolf, K., & Schmidt, A., (2019). *Reflexive Interaction - Extending the concept of Peripheral Interaction*. In *Proceedings of the 31st Australian Conference On Human-Computer-Interaction (OzCHI 2019)*, Fremantle, Australia.

Gillies, M., Fiebrink, R., Tanaka, A., Garcia, J., Bevilacqua, F., Heloir, A., ... & Caramiaux, B. (2016). *Human-centred machine learning*. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 3558-3565).

Ford, K. M., Hayes, P. J., Glymour, C., & Allen, J. (2015). Cognitive orthoses: toward human- centered AI. *AI Magazine*, 36(4), 5-8.

Riedl, M. O. (2019). Human-centered artificial intelligence and machine learning. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 1(1), 33-36.

Dudley, J. J., & Kristensson, P. O. (2018). A review of user interface design for interactive machine learning. *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems (TiiS)*, 8(2), 1-37.

Sowe, S. K., Simmon, E., Zettsu, K., de Vaulx, F., & Bojanova, I. (2016). *Cyber-physical-human systems: Putting people in the loop*. *IT professional*, 18(1), 10-13.

Remarks	
----------------	--

Module Course: Human-Computer Interfaces (Practical Training)

(of Module: Human-Computer Interfaces)

Course Type	Practical Training	Form of Learning	Presence
Mandatory Attendance	yes	ECTS Credit Points	3
Participation Limit		Semester Hours per Week	2
Group Size	12	Workload (hours)	90
Teaching Language	German/English	Presence Hours	30
Study Achievements ("Studienleistung", SL)		Self-Study Hours	60
SL Length (minutes)		SL Grading System	

The following section is filled only if there is a course-specific exam.

Exam Type		Exam Language	
Exam Length (minutes)		Exam Grading System	
Learning Outcomes			
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is a course-specific exam.

Contents	<ul style="list-style-type: none"> Analyzing user requirements and technological requirements of information systems Design and prototypical implementation of a User Interface Practical evaluation using standardized or custom evaluation techniques
Literature	
Remarks	

Modul: Kryptoanalyse

Niveau		Kürzel	KryptoA
Modulname englisch	Cryptanalysis		
Modulverantwortliche	Werth, Sören		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Wahlpflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	(Nicht festgelegt)	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	(Flexibel)	Präsenzstunden	60
Lehrsprache	Deutsch	Selbststudiumsstunden	90

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Portfolio-Prüfung	Prüfungsprache	Deutsch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • kennen wichtige symmetrische und Public-Key Kryptosysteme. • sind mit der Sicherheitsanalyse solcher Systeme vertraut und können die Sicherheit solcher Verfahren beurteilen. • haben die elementaren mathematischen Analysemethoden durchdrungen und können diese auf verwandte Problemstellungen anwenden. • können einfache Seitenkanalangriffe durchführen. • besitzen die Voraussetzungen, um neue Verfahren aus der aktuellen Fachliteratur zu verstehen. 		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✓ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✗ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Kryptoanalyse (Vorlesung)

(zu Modul: Kryptoanalyse)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Cryptanalysis (lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	3
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	45
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Symmetrische Verschlüsselungsverfahren und deren Kryptoanalyse <ul style="list-style-type: none"> • Differentielle Analyse • Lineare Analyse • Asymmetrische Verfahren und deren Kryptoanalyse <ul style="list-style-type: none"> • RSA • Diskrete Logarithmen • Seitenkanalanalysen und deren stochastische Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> • Poweranalysen
Literatur	<p>J. Buchmann. <i>Einführung in die Kryptographie</i>. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.</p> <p>J. Katz, Y. Lindell. <i>Introduction to Modern Cryptography (2nd Edition)</i>. Chapman & Hall.</p> <p>S. Mangard, E. Oswald, T. Popp. <i>Power Analysis Attacks - Revealing the Secrets of Smart Cards</i>. Springer, Berlin.</p> <p>C. Swenson. <i>Modern Cryptanalysis</i>, Wiley.</p> <p>M. Stamp, R.M. Low. <i>Applied Cryptanalysis</i>, Wiley.</p>
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Kryptoanalyse (Praktikum)

(zu Modul: Kryptoanalyse)

Lehrveranstaltungsart	Praktikum	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Cryptoanalysis (practical training)		
Anwesenheitspflicht	ja	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	1
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	15
Studienleistung	Praktikum	Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Übungen zum Verständnis der Verschlüsselungs- und Analyseverfahren • Praktische Durchführung von Seitenkanalanalysen im Labor
Literatur	
Bemerkungen	

Modul: Kryptographie

Niveau		Kürzel	Krypto
Modulname englisch	Cryptography		
Modulverantwortliche	Werth		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Wahlpflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	(Nicht festgelegt)	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	(Flexibel)	Präsenzstunden	47
Lehrsprache	Deutsch	Selbststudiumsstunden	103

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Portfolio-Prüfung	Prüfungsprache	Deutsch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • beherrschen grundlegende sowie fortgeschrittene kryptographische Primitive und Protokolle. • können verschiedene Verschlüsselungsverfahren vergleichend bewerten • können kryptographische Verfahren, wie z.B. Authentisierung, Signatur oder Verschlüsselung, in der Praxis einsetzen. • können bei der Bewertung und Auswahl der Verfahren zukünftige Verfahren der Kryptoanalyse berücksichtigen. • besitzen die Voraussetzungen, um neue Verfahren aus der aktuellen Fachliteratur zu verstehen. 		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✓ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✗ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Kryptographie (Vorlesung)

(zu Modul: Kryptographie)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Cryptography (lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	3
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	35
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	55
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse	Beispiel: Die Studierenden können die Verfahren der deskriptiven Statistik selbstständig anwenden.		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Blockchiffren • Asymmetrische Verschlüsselungs- und Signaturverfahren (RSA, Diffe-Hellman, ElGamal, ...) • Hashfunktionen, Message Authentication Codes und Schlüsselableitungsfunktionen • Postquantum sichere Verfahren (Gitterbasierte Kryptographie, ...) • Kryptographische Protokolle (Zero Knowledge, Secret Sharing, ...) • Aktuelle Forschungsergebnisse zu den Themen
Literatur	<p>Albrecht Beutelspacher, Jörg Schwenk und Klaus-Dieter Wolfenstetter. <i>Moderne Verfahren der Kryptographie</i>. Springer Spektrum, 2015.</p> <p>Johannes Buchmann. <i>Einführung in die Kryptographie</i>. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2016.</p> <p>Christoph Paar und Jan Pelzl. <i>Kryptographie verständlich</i>. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2016.</p> <p>J. Katz, Y. Lindell. <i>Introduction to Modern Cryptography (2nd Edition)</i>. Chapman & Hall.</p> <p>R. Cramer, I. Damgård, J.B. Nielsen, <i>Secure Multiparty Computation and Secret Sharing</i>, Cambridge.</p>
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Kryptographie (Praktikum)

(zu Modul: Kryptographie)

Lehrveranstaltungsart	Praktikum	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Cryptography (practical training)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	1
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	12
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	48
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Aufgaben und praktische Übungen zum Verständnis der Verschlüsselungs- und Analyseverfahren
Literatur	
Bemerkungen	

Modul: Maschinelles Lernen operationalisieren

Niveau	Master	Kürzel	MLOps
Modulname englisch	Machine Learning operationalization		
Modulverantwortliche	Zimmermann, Max, Prof. Dr.		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Wahlpflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	(Nicht festgelegt)	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	WiSe	Präsenzstunden	60
Lehrsprache	Deutsch	Selbststudiumsstunden	90

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Portfolio-Prüfung	Prüfungsprache	Deutsch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<p>Die Studierenden kennen die Grundbausteine einer kompletten Machine Learning Pipeline inklusive Automatisierung von Tests, automatische Kontrollen der Datenqualität, Datendrift, Feedbackschleifen und Modellqualität.</p> <p>Die Studierenden können robuste Systeme mit KI-Komponenten bauen, testen und mittels Deployment Pipeline sorgfältig ausrollen. Sie können dabei fehlertolerante und skalierbare Dateninfrastruktur designen und KI-Modelle mit Model Serving Werkzeugen sichtbar machen.</p> <p>Die Studierenden können faire, sichere und erklärbare KI-Modelle antrainieren und die Qualität solcher Modelle mit fairen Gütekriterien bewerten.</p>		

Teilnahmevoraussetzungen	
---------------------------------	--

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	<p>✗ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard)</p> <p>✓ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden</p> <p>✗ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)</p>
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Maschinelles Lernen operationalisieren (Vorlesung)

(zu Modul: Maschinelles Lernen operationalisieren)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Machine Learning operationalization (lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	30
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<p>Wie werden ML-Modelle in der Produktion zuverlässig deployed und erneuert?</p> <p>Wie werden Probleme in der Datenqualität und Datendrift in der Produktion erkannt?</p> <p>Wie wird ein ML-System für die Behandlung von immensen Datenvolumen konstruiert?</p> <p>Welche Qualität sollte ein Modell jenseits der Vorhersagegenauigkeit haben?</p> <p>Wie können Paradigmen des Software Engineerings auf das Design von KI-Komponenten übertragen werden?</p> <p>Was heißt es, verantwortungsvolle ML-Modelle zu bauen?</p>
Literatur	<p>Mark Treveil et. al: Introducing MLOps: How to Scale Machine Learning in the Enterprise, O'Reilly Media 2020.</p> <p>Michael Munn, Sara Robinson, Valliappa Lakshmanan: Machine Learning Design Patterns, O'Reilly Media 2020</p> <p>Hannes Hapke, Catherine Nelson: Building Machine Learning Pipelines: Automating Model Life Cycles with TensorFlow, O'Reilly Media 2020</p>

	zusätzlich: Ausgewählte wissenschaftliche Artikel zur Bildung von Schwerpunktthemen
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Maschinelles Lernen operationalisieren (Praktikum)

(zu Modul: Maschinelles Lernen operationalisieren)

Lehrveranstaltungsart	Praktikum	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Machine Learning operationalization (practical training)		
Anwesenheitspflicht	ja	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	60
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Das Praktikum dient der Anwendung der in der Vorlesung vorgestellten Lehrinhalte und der Vertiefung und Implementierung bestimmter aktueller Themen aus dem MLOps.
Literatur	<p>Mark Treveil et. al: Introducing MLOps: How to Scale Machine Learning in the Enterprise, O'Reilly Media 2020.</p> <p>Michael Munn, Sara Robinson, Valliappa Lakshmanan: Machine Learning Design Patterns, O'Reilly Media 2020</p> <p>Hannes Hapke, Catherine Nelson: Building Machine Learning Pipelines: Automating Model Life Cycles with TensorFlow, O'Reilly Media 2020</p>
Bemerkungen	

Modul: Mathematik für maschinelles Lernen

Niveau	Master	Kürzel	MML
Modulname englisch	Mathematics for Machine Learning		
Modulverantwortliche	NN, Andreas Schäfer, Prof. Dr.		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Wahlpflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	(Nicht festgelegt)	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	(Flexibel)	Präsenzstunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Selbststudiumsstunden	90

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Portfolio-Prüfung	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<p>Studierende kennen die mathematischen Grundlagen von Methoden maschinellen Lernens</p> <p>Studierende können aus den Grundlagen heraus Methoden maschinellen Lernen auswählen, anpassen, bewerten und Risiken einschätzen.</p>		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✗ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Mathematik für maschinelles Lernen (Vorlesung)

(zu Modul: Mathematik für maschinelles Lernen)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Mathematics for Machine Learning (Lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	75
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<p>Lineare Algebra</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gleichungen, Matrizen, Vektorräume und lineare Abbildungen • Norm, inneres Produkt und Projektion • Matrixzerlegungen, SVD <p>Vektoranalysis</p> <p>Wahrscheinlichkeit und Wahrscheinlichkeitsverteilungen</p> <p>Optimierung</p> <p>Anwendungen</p>
Literatur	<p>Deisenroth, Marc Peter, A. Aldo Faisal, and Cheng Soon Ong. <i>Mathematics for machine learning</i>. Cambridge University Press, 2020.</p>
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Mathematik für maschinelles Lernen (Praktikum)

(zu Modul: Mathematik für maschinelles Lernen)

Lehrveranstaltungsart	Praktikum	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Mathematics for Machine Learning (Practical Course)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	75
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Siehe VL
Literatur	
Bemerkungen	

Modul: Mikroprozessor-Design

Niveau	Master	Kürzel	uPD
Modulname englisch	Microprocessor Design		
Modulverantwortliche	Oliver Stecklina, Prof. Dr.		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Wahlpflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	(Nicht festgelegt)	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	(Flexibel)	Präsenzstunden	60
Lehrsprache	Deutsch	Selbststudiumsstunden	90

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Projektarbeit	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	Nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • Systemarchitekturen von Prozessordesigns vergleichen und bewerten, • VHDL Design-Entscheidungen für Mikroprozessoren auswählen und umsetzen, • Prozessoroptimierungen differenzieren und umsetzen, • Probleme und Lösungen eines Pipeline-Prozessors wiedergeben und • Probleme von Multi-Core Systemen erkennen und bewerten und Lösungen in VHDL umsetzen. 		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✗ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	Das Modul kann als Wahlfach im Studiengang Master Informatik genutzt werden.
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Mikroprozessor-Design (Vorlesung)

(zu Modul: Mikroprozessor-Design)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Microprocessor Design (Lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	3
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	45
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<p>Die Automatisierung und die Autonomisierung von Systemen erhöht den Bedarf nach anwendungsspezifischer Rechenleistung. Der Einsatz von General-Purpose Mikroprozessoren wird aufgrund ihres Energiebedarfs oder ihrer Kosten in Anwendungsgebieten zunehmend an Bedeutung verlieren. Auf der anderen Seite bieten moderne programmierbare Standard-ICs (FPGAs) bereits heutzutage die Voraussetzung um ein kundenspezifisches System effizient einzusetzen. Somit werden anwendungsspezifische Prozessoren für die Zukunft immer wichtiger.</p> <p>Im Rahmen des Moduls soll anhand eines praktischen Anwendungsbeispiels das Design eines Mikroprozessors auf der Register-Transfer-Ebene vollzogen werden. Als Basis für das Design eines Prozessors wird die RISC-V Architektur verwendet. Hierbei handelt es sich um eine freie RISC Architektur, die unter anderem Bestandteil der Europäischen Prozessorinitiative ist.</p> <p>Teil 1 - Einführung RISC-V</p> <ul style="list-style-type: none"> • Befehlssatz-Architektur und Assembler • Systemarchitektur <p>Teil 2 - Prozessor Optimierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pipeline-Prozessor • Cache-Speicher • Low Power Design
--------------------	--

	Teil 3 – Multicore Erweiterung <ul style="list-style-type: none"> • Multi-core Architekturen • Synchronisation • Cache-Kohärenz
Literatur	[1] Andrew S. Tanenbaum: Computerarchitekturen; Pearson Education; 2005 [2] David Patterson und John Hennessy: Computer Architecture: A Quantitative Approach; Morgan Kaufmann; 2017 [3] David Patterson und John Hennessy: Computer Organization and Design RISC-V Edition; 2017 [4] The RISC-V Reader: An Open Architecture Atlas, David Patterson, Andrew Watermann; 2017 [4] Jürgen Reichardt, Bernd Schwarz; VHDL-Synthese; Oldenbourg Verlag [5] Peter J. Ashenden; The Designer's Guide to VHDL; Morgan Kaufmann
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Mikroprozessor-Design (Praktikum)

(zu Modul: Mikroprozessor-Design)

Lehrveranstaltungsart	Praktikum	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Microprocessor Design (Practical Training)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	1
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	15
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Im vorlesungsbegleitenden Praktikum wird ein Mikroprozessor mit einer 32-bit RISC-V Architektur umgesetzt. Die Umsetzung des Prozessor-Designs erfolgt schrittweise unter Anleitung und mit Beispielen des Dozenten in zweier Teams.
Literatur	Siehe Vorlesung
Bemerkungen	

Modul: Mobile Anwendungen

Niveau	Master	Kürzel	Mob
Modulname englisch	Mobile Applications		
Modulverantwortliche	Zachow, Milena, Prof. Dr.		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Wahlpflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	(Nicht festgelegt)	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	(Flexibel)	Präsenzstunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Selbststudiumsstunden	90

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Projektarbeit	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<p>Die Studierenden kennen typische Anwendungsszenarien und spezielle Anforderungen an mobile Anwendungen.</p> <p>Sie sind in der Lage verschiedene Ansätze zur Programmierung mobiler Anwendungen umzusetzen und die Ansätze hinsichtlich ihrer Eignung für spezielle Anwendungskontexte zu beurteilen.</p> <p>Die Studierenden kennen aktuelle Trends und Themen mobiler Anwendungen und sind in der Lage diese bei eigenen Projekten zu berücksichtigen.</p> <p>Zusätzlich haben die Studierenden ihre Kompetenzen in Problemanalyse, Teamarbeit und Präsentationstechnik verbessert.</p>		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✓ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✓ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Mobile Anwendungen (Vorlesung)

(zu Modul: Mobile Anwendungen)

Lehrveranstaltungsart	Seminar	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Mobile Applications		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	30
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsszenarien mobiler Anwendungen • Besondere Anforderungen an mobile Anwendungen • Native mobile Anwendungen • Mobile Webanwendungen • Hybride mobile Anwendungen • Sicherheit mobiler Anwendungen • Testen mobiler Anwendungen • Aktuelle Themen und Trends im Bereich mobile Anwendungen
Literatur	https://cordova.apache.org/ https://developer.android.com/ Mostefaoui, G., Tariq, F Mobile Apps Engineering: Design, Development, Security, and Testing, Chapman and Hall, 2018
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Mobile Anwendungen (Praktikum)

(zu Modul: Mobile Anwendungen)

Lehrveranstaltungsart	Projekt	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Mobile Applications (Practical Exercise)		
Anwesenheitspflicht	ja	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	60
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Das Praktikum dient der Anwendung der in der Vorlesung vorgestellten Lehrinhalte und der Vertiefung eines bestimmten aktuellen Themas aus dem Bereich der mobilen Anwendungen.
Literatur	
Bemerkungen	

Modul: Multiagentensysteme

Niveau	Master	Kürzel	MaSys
Modulname englisch	Multiagent Systems		
Modulverantwortliche	Krause, Stefan, Prof. Dr.		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Wahlpflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	(Nicht festgelegt)	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	(Flexibel)	Präsenzstunden	60
Lehrsprache	Deutsch	Selbststudiumsstunden	90

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Projektarbeit	Prüfungsprache	Deutsch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<p>Die Studierenden kennen Grundprinzipien, auf deren Basis eine Gruppe von Agenten Leistungen erbringen kann, die über das Vermögen einzelner Agenten hinausgehen.</p> <p>Die Studierenden können Vor- und Nachteile unterschiedlicher Typen der Zusammenarbeit von Agenten beurteilen (insbesondere Arbeitsteilung gegenüber Prozessen der kollektiven Intelligenz) und strategisches Verhalten in Konkurrenzsituationen einschätzen.</p> <p>Die Studierenden kennen Algorithmen zur Verarbeitung von Informationen, die von (unabhängigen) Agenten gesammelt wurden.</p>		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	<p>✗ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard)</p> <p>✓ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden</p> <p>✗ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)</p>
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Multiagentensysteme (Vorlesung)

(zu Modul: Multiagentensysteme)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Multiagent Systems (lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	30
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<p>Prinzipien der Selbstorganisation</p> <p>Prinzipien der kollektiven Intelligenz</p> <p>Weitere Formen der Zusammenarbeit und Konkurrenz zwischen (unabhängigen) Systemen bzw. Agenten</p> <p>Beispiele für die o.g. Punkte aus der Biologie</p> <p>Anwendungsszenarien in technischen Bereichen und adäquate Algorithmen</p> <p>Evaluation intelligenter verteilter Systeme</p>
Literatur	<p>Stuart Russel & Peter Norvig: Artificial Intelligence - A Modern Approach, 4th ed., Pearson 2021.</p> <p>Eric Bonabeau, Marco Dorigo & Guy Theraulaz: Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems, Oxford University Press 1999</p> <p>L. Fahrmeir, Ch. Heumann, R. Künstler, I. Pigeot, G. Tutz: <i>Statistik – Der Weg zur Datenanalyse</i>, 8. Auflage, Springer 2016</p> <p>zusätzlich: Ausgewählte wissenschaftliche Artikel zur Bildung von Schwerpunktthemen</p>

Bemerkungen	
--------------------	--

Lehrveranstaltung: Multiagentensysteme (Praktikum)

(zu Modul: Multiagentensysteme)

Lehrveranstaltungsart	Praktikum	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Multiagent Systems (practical training)		
Anwesenheitspflicht	ja	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	2
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	30
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	60
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Das Praktikum dient der Anwendung der in der Vorlesung vorgestellten Lehrinhalte und der Vertiefung bestimmter aktueller Themen aus dem Bereich der intelligenten verteilten Systeme.
Literatur	<p>Stuart Russel & Peter Norvig: Artificial Intelligence - A Modern Approach, 4th ed., Pearson 2021.</p> <p>Eric Bonabeau, Marco Dorigo & Guy Theraulaz: Swarm Intelligence: From Natural to Artificial Systems, Oxford University Press 1999</p> <p>L. Fahrmeir, Ch. Heumann, R. Künstler, I. Pigeot, G. Tutz: <i>Statistik – Der Weg zur Datenanalyse</i>, 8. Auflage, Springer 2016</p> <p>zusätzlich: Ausgewählte wissenschaftliche Artikel zur Vorbereitung und als Grundlage für praktische Übungsaufgaben</p>
Bemerkungen	

Module: Real-Time Systems

Level	Master	Short Name	RTS
Responsible Lecturers	Blaurock, Ole, Prof. Dr.		
Department, Facility	Electrical Engineering and Computer Science		
Course of Studies	Computer Science/Software Engineering for Distributed Systems, Master		
Compulsory/elective	Elective	ECTS Credit Points	5
Semester of Studies	(Unspecified)	Semester Hours per Week	4
Length (semesters)	1	Workload (hours)	150
Frequency	WiSe	Presence Hours	60
Teaching Language	German	Self-Study Hours	90

The following section is filled only if there is **exactly one** module-concluding exam.

Exam Type		Exam Language	
Exam Length (minutes)		Exam Grading System	
Learning Outcomes			
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is **exactly one** module-concluding exam.

Consideration of Gender and Diversity Issues	✓ Use of gender-neutral language (THL standard) ✗ Target group specific adjustment of didactic methods ✗ Making subject diversity visible (female researchers, cultures etc.)
Applicability	
Remarks	

Module Course: Real-Time Systems (Lecture)

(of Module: Real-Time Systems)

Course Type	Lecture	Form of Learning	Presence
Mandatory Attendance	no	ECTS Credit Points	3
Participation Limit		Semester Hours per Week	3
Group Size		Workload (hours)	90
Teaching Language	English	Presence Hours	45
Study Achievements ("Studienleistung", SL)		Self-Study Hours	45
SL Length (minutes)		SL Grading System	

The following section is filled only if there is a course-specific exam.

Exam Type	Written Exam	Exam Language	German/English
Exam Length (minutes)	90	Exam Grading System	One-third Grades
Learning Outcomes	After successful completion of this course, the students will have acquired the following competences: <ul style="list-style-type: none"> • Understanding of requirements specific to real-time systems. • Analysis and design of hard- and software of systems with real-time capabilities. • Modelling and implementation of real-time systems. 		
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is a course-specific exam.

Contents	<ul style="list-style-type: none"> • Presentation of selected real-time systems, classification of real-time systems. • Safety in real-time systems: Dependability, reliability, methods for analysis, fault models, redundant design. • Security in real-time systems. • Communication in systems with real-time capabilities. • Implementation of real-time systems: models of time, energy concerns, fields of applications, target platforms. • Real-time operating systems: Architecture, scheduling, resource management, synchronization, comparison with operating systems for systems without real-time capabilities, selected examples.
Literature	<ul style="list-style-type: none"> • Giorgio Buttazzo, Giuseppe Lipari, Luca Abeni und Marco Caccamo: Soft Real-Time Systems Predictability vs. Efficiency, Springer, 2005. • Giorgio Buttazzo: Hard Real-Time Computing Systems Predictable Scheduling Algorithms and Applications, Springer, 2011.

	<ul style="list-style-type: none"> • Abraham Silberschatz, Peter B. Galvin, Greg Gagne: Operating System Concepts, 8th ed., Wiley, 2010. • Andrew S. Tanenbaum, Herbert Bos: Modern Operating Systems, Pearson Education Limited, 2014. • Hermann Kopetz: Real-Time Systems, Springer, 2011.
Remarks	

Module Course: Real-Time Systems (Practical Training)

(of Module: Real-Time Systems)

Course Type	Practical Training	Form of Learning	Presence
Mandatory Attendance	yes	ECTS Credit Points	2
Participation Limit		Semester Hours per Week	1
Group Size	12	Workload (hours)	60
Teaching Language	English	Presence Hours	15
Study Achievements ("Studienleistung", SL)	Practical Training	Self-Study Hours	45
SL Length (minutes)		SL Grading System	Pass

The following section is filled only if there is a course-specific exam.

Exam Type	Project Work	Exam Language	German/English
Exam Length (minutes)		Exam Grading System	Pass
Learning Outcomes	The students are able to model and apply specific techniques to implement a real-time system.		
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is a course-specific exam.

Contents	The topics of the module are applied to a scenario with characteristic requirements and constraints, e.g. implementation of an online scheduler for real-time systems.
Literature	<ul style="list-style-type: none"> • Giorgio Buttazzo, Giuseppe Lipari, Luca Abeni und Marco Caccamo: Soft Real-Time Systems Predictability vs. Efficiency, Springer, 2005. • Giorgio Buttazzo: Hard Real-Time Computing Systems Predictable Scheduling Algorithms and Applications, Springer, 2011 • Abraham Silberschatz, Peter B. Galvin, Greg Gagne: Operating System Concepts, 8th ed., Wiley, 2010. • Andrew S. Tanenbaum, Herbert Bos: Modern Operating Systems, Pearson Education Limited, 2014. • Hermann Kopetz: Real-Time Systems, Springer, 2011.
Remarks	

Module: Secure Programming

Level	Master	Short Name	SPRG
Responsible Lecturers	Oliver Stecklina, Prof. Dr.		
Department, Facility	Electrical Engineering and Computer Science		
Course of Studies	Applied Information Technology, Master		
Compulsory/elective	Elective	ECTS Credit Points	5
Semester of Studies	(Unspecified)	Semester Hours per Week	4
Length (semesters)	1	Workload (hours)	150
Frequency	WiSe	Presence Hours	60
Teaching Language	German/English	Self-Study Hours	90

The following section is filled only if there is **exactly one** module-concluding exam.

Exam Type	Oral Exam	Exam Language	German/English
Exam Length (minutes)	30	Exam Grading System	
Learning Outcomes	After successfully completing the course, students will be able to: <ul style="list-style-type: none"> • Explain and apply methods and technologies for writing safe programs • Develop programs using the Ada programming language • C programs comply with the MISTRA-C standard Analyze programs with regard to safety-critical program requirements		
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is **exactly one** module-concluding exam.

Consideration of Gender and Diversity Issues	✓ Use of gender-neutral language (THL standard) ✗ Target group specific adjustment of didactic methods ✓ Making subject diversity visible (female researchers, cultures etc.)
Applicability	
Remarks	

Module Course: Secure programming (Lecture)

(of Module: Secure Programming)

Course Type	Lecture	Form of Learning	Presence
Mandatory Attendance	no	ECTS Credit Points	3
Participation Limit		Semester Hours per Week	3
Group Size		Workload (hours)	90
Teaching Language	German/English	Presence Hours	45
Study Achievements ("Studienleistung", SL)		Self-Study Hours	45
SL Length (minutes)		SL Grading System	

The following section is filled only if there is a course-specific exam.

Exam Type		Exam Language	
Exam Length (minutes)	120	Exam Grading System	
Learning Outcomes			
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is a course-specific exam.

Contents	<p>Autonomous and safety-critical systems increasingly determine our everyday life. They influence what we do or how we can do it. Errors in these systems often have a direct impact on us and our daily life. Errors can be made in the design but also in the implementation. However, hardware design must also be carried out with great care, especially when programming applications for safety-critical systems. In order to support the creation of the programs, rules for programming can be set up or secure programming languages can be used.</p> <p>The module "Secure Programming" gives the students an insight into the safe programming of applications for safety-critical (autonomous) systems. On the one hand, rules for unsafe languages, such as C, and on the other hand secure programming languages, e.g. ADA, considered. Practical examples investigate how rules and programming languages help to avoid errors when implementing a safety-critical application.</p> <p>Part 1 - Introduction to Safe Programming Part 1 - MISRA C Part 2 - Programming in ADA and SPARK</p>
Literature	<p>[1] OWASP Secure Coding Practices Quick Reference Guide, 2010</p> <p>[2] John Barnes; Programming in Ada 2012, Cambridge University Press, 2014</p>

- [3] John W. McCormick, Building High Integrity Applications with SPARK, Cambridge University Press, 2015
- [4] Brian W. Kernighan; The C Programming Language; Prentice Hall 2000
- [5] MISRA C: 2012 Guidelines for the use of the C language in critical systems, 2012

Remarks	
---------	--

Module Course: Secure Programming (Practical Training)

(of Module: Secure Programming)

Course Type		Form of Learning	Presence
Mandatory Attendance	no	ECTS Credit Points	2
Participation Limit		Semester Hours per Week	1
Group Size	12	Workload (hours)	60
Teaching Language	German/English	Presence Hours	15
Study Achievements ("Studienleistung", SL)	Practical Training	Self-Study Hours	45
SL Length (minutes)		SL Grading System	Pass

The following section is filled only if there is a course-specific exam.

Exam Type		Exam Language	
Exam Length (minutes)		Exam Grading System	
Learning Outcomes			
Participation Prerequisites			

The previous section is filled only if there is a course-specific exam.

Contents	The knowledge of the lecture is to be consolidated in practical examples: <ul style="list-style-type: none"> • Software analysis of sample programs, • Programming according to MISRA-C, and Programming in Ada.
Literature	
Remarks	

Modul: Sicherheit und Webanwendungen

Niveau	Master	Kürzel	SWA
Modulname englisch	Security and Web Applications		
Modulverantwortliche	Gumm, Dorina, Prof. Dr.		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Wahlpflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	(Nicht festgelegt)	Semesterwochenstunden	3
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	WiSe	Präsenzstunden	8
Lehrsprache	Deutsch	Selbststudiumsstunden	142

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Projektarbeit	Prüfungsprache	Deutsch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	Nach der Teilnahme an diesem Modul können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • gängige Bedrohungen und Sicherheitsmaßnahmen bei der Entwicklung von Webanwendungen darstellen, • die Grenzen von Sicherheitsmaßnahmen einschätzen • ausgewählte Schutzmaßnahmen zuordnen und anwenden, • Richtlinien zur Stärkung der Sicherheit bei der Entwicklung von Webanwendungen darstellen • Anwendungs- und Entwicklungsszenarien analysieren 		
Teilnahmevoraussetzungen	Webprogrammierung, Grundlagen der IT-Sicherheit		

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✓ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✗ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	Das Modul wird auch im Master Medieninformatik Online eingesetzt und wird auch online durchgeführt
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Sicherheit und Web Anwendungen (Online-Modul)

(zu Modul: Sicherheit und Webanwendungen)

Lehrveranstaltungsart	Online-Lehrveranstaltung	Lernform	Online betreut mit Präsenzphase
LV-Name englisch	Security and Web Applications		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	5
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	3
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	150
Lehrsprache	Deutsch	Präsenzstunden	8
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	142
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	Drittelnoten

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	<p>Webanwendungen sind durch ihre Client-Server-Struktur und ihrem vielfältigen Einsatz (als Webseite, App, GUI-Schnittstelle zu IoT-Systemen) ganz unterschiedlichen Sicherheitsrisiken ausgesetzt. Welche diese sind und wie sie bei der Entwicklung berücksichtigt werden können, wird in diesem Modul nachgegangen. Der Fokus liegt dabei auf der Webanwendung selbst, die anhand ausgewählter Einsatzgebiete bzw. Funktionalitäten diskutiert werden. Angesprochen werden aber auch Sicherheitsaspekte seitens der Webserver, der Entwicklungsumgebung und der organisatorischen Projektumgebung. Die Lerneinheiten umfassen dabei folgende Aspekte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Motivation: • Bedrohungen für Webanwendungen • Technische Schutzmaßnahmen • Datenschutz-Maßnahmen • Organisatorische Maßnahmen • Untersuchung von Webprojekten
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Rohr, Matthias (2015). Sicherheit von Webanwendungen in der Praxis. Springer-Verlag. • OWASP (2017). The Ten Most Critical Web Application Security Risks. Owasp.org.

	<ul style="list-style-type: none"> • BSI (2013). Leitfaden zur Entwicklung sicherer Webanwendungen. Bsi.bund.de
Bemerkungen	

Modul: Spezielle Themen der künstlichen Intelligenz

Niveau	Master	Kürzel	STKI
Modulname englisch	Special Topics in Artificial Intelligence		
Modulverantwortliche	Professor*innen der Informatik		
Fachbereich	Elektrotechnik und Informatik		
Studiengang	Informatik, Master		
Verpflichtungsgrad	Wahlpflicht	ECTS-Leistungspunkte	5
Fachsemester	(Nicht festgelegt)	Semesterwochenstunden	4
Dauer in Semestern	1	Arbeitsaufwand in Stunden	150
Angebotshäufigkeit	(Flexibel)	Präsenzstunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Selbststudiumsstunden	90

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Prüfungsleistung	Portfolio-Prüfung	Prüfungsprache	Deutsch/Englisch
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	Drittelnoten
Lernergebnisse	<p>Die Studierenden können über ein aktuelles Thema künstlicher Intelligenz berichten.</p> <p>Die Studierenden können eine vorgestellte fortgeschrittene Technologie oder Entwicklung in diesem Bereich einordnen, bewerten und auf konkrete Fragestellungen anwenden.</p>		
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es **genau eine** modulabschließende Prüfung gibt.

Berücksichtigung von Gender- und Diversity-Aspekten	✓ Verwendung geschlechtergerechter Sprache (THL-Standard) ✗ Zielgruppengerechte Anpassung der didaktischen Methoden ✓ Sichtbarmachen von Vielfalt im Fach (Forscherinnen, Kulturen etc.)
Verwendbarkeit	
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Spezielle Themen der künstlichen Intelligenz (Vorlesung)

(zu Modul: Spezielle Themen der künstlichen Intelligenz)

Lehrveranstaltungsart	Vorlesung	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Special Topics in Artificial Intelligence (Lecture)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	3
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	3
Gruppengröße		Arbeitsaufwand in Stunden	90
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	45
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Die aktuellen Inhalte werden durch die Lehrenden festgelegt.
Literatur	Die Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Bemerkungen	

Lehrveranstaltung: Spezielle Themen der künstlichen Intelligenz (Praktikum)

(zu Modul: Spezielle Themen der künstlichen Intelligenz)

Lehrveranstaltungsart	Praktikum	Lernform	Präsenz
LV-Name englisch	Special Topics in Artificial Intelligence (Practical Course)		
Anwesenheitspflicht	nein	ECTS-Leistungspunkte	2
Teilnahmebeschränkung		Semesterwochenstunden	1
Gruppengröße	12	Arbeitsaufwand in Stunden	60
Lehrsprache	Deutsch/Englisch	Präsenzstunden	15
Studienleistung		Selbststudiumsstunden	45
Dauer SL in Minuten		Bewertungssystem SL	

Der folgende Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Prüfungsleistung		Prüfungsprache	
Dauer PL in Minuten		Bewertungssystem PL	
Lernergebnisse			
Teilnahmevoraussetzungen			

Der vorige Abschnitt ist nur ausgefüllt, wenn es eine lehrveranstaltungsspezifische Prüfung gibt.

Lehrinhalte	Siehe VL
Literatur	Siehe VL
Bemerkungen	