

Modulhandbuch

M.Eng. AUTOMATISIERTES FAHREN UND FAHRZEUGSICHERHEIT

Fakultät Elektro- und Informationstechnik

Studien- und Prüfungsordnung WS 20/21

Stand: 01.03.2026

Inhalt

1	Einführung und Übersicht.....	2
1.1	Studienziel und Kompetenzprofil.....	2
1.2	Studienabschluss	3
1.3	Studiengangleitung und Fachstudienberatung	3
2	Curriculare Struktur.....	4
2.1	Allgemeine Pflichtfächer.....	4
2.2	Wahlpflichtmodule	6
2.3	Gruppenprojekte.....	6
3	Modulbeschreibungen.....	7
3.1	Allgemeine Pflichtmodule	7
	Fahrzeugaktoriik	7
	Integrale Fahrzeugsicherheit.....	9
	Knowledge Modeling and Machine Learning	11
	Softwareentwicklung für Funktionen des automatisierten Fahrens	13
	Seminar zu Grundlagen der Fahrerassistenz- und der aktiven Sicherheitssysteme	15
	Ethics and Law.....	17
	Umfeldsensorik	19
	Systemarchitekturen und ihre Entwicklung	21
	Simulations- und Testverfahren für automatisierte Fahrfunktionen	23
	Car2X-Kommunikation	25
	Gruppenprojekt	27
	Masterarbeit	29
	Seminar zur Masterarbeit.....	31
3.2	Fachwissenschaftliche Wahlpflichtmodule.....	33
	Antriebsstrang und Hybrid	34
	Artificial Intelligence and Automotive Systems	36
	Automotive Control Engineering	38
	Automotive Radar Systems.....	40
	Energiemanagement und Energiespeichersysteme.....	42
	Fahrdynamikregelung elektrifizierter Fahrzeuge	44
	Integrated Safety and Assistance Systems	46
	Leistungselektronische Systeme und Energienetze.....	48
	Modellierung komplexer Systeme	50

1 Einführung und Übersicht

1.1 Studienziel und Kompetenzprofil

Der Masterstudiengang *Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit* ist ein anwendungsbezogener, wissenschaftlich fundierter, berufsqualifizierender Studiengang. Die Komplexität des automatisierten Fahrens, insbesondere die Überführung der sonst durch den Fahrer wahrgenommenen hochgradig komplexen kognitiven Prozesse in eine vollständig automatisierte Lösung, stellt besondere Herausforderungen an den Systementwurf und an die Qualifizierung und Zertifizierung solcher Systeme, welche sämtliche Phasen des Entwicklungsprozesses nachhaltig beeinflussen wird. Das Masterprogramm adressiert diese Anforderung: Wie kann angesichts Umfangs und Komplexität möglicher Umgebungssituationen ein Entwicklungs- und Testprozess gestaltet werden, der eine genügend hohe Überdeckung gestattet? Welche Methoden der künstlichen Intelligenz werden für das sichere automatisierte Fahren benötigt? Welche Architekturkonzepte genügen den extrem hohen Anforderungen an funktionaler Sicherheit und Echtzeitfähigkeit für die hochgradig komplexen Verfahren? Welche Systemkomponenten sind mit welchem Redundanzgrad auszulegen, um die funktionale Sicherheit zu gewährleisten?

Darüber hinaus werden die analytische Kompetenz, die Methodenkompetenz und die Schlüsselqualifikationen der Studierenden weiter gestärkt und ihre Fähigkeit zur Reflexion des eigenen Handelns und Verhaltens geschult. Durch die Integration von Projektarbeit sollen die Studierenden auch soziale Kompetenzen und Führungstechniken erlernen. Internationale Aspekte werden die Studierenden darauf vorbereiten und dazu befähigen, sich den zunehmend globalen Herausforderungen und Ansprüchen zu stellen, um sich auch auf globalen Märkten zu behaupten. So können Absolventen dieses Studiengangs ihre erworbenen Kompetenzen direkt nach dem Studium in der Industrie einsetzen oder wahlweise eine Promotion bzw. Arbeit im wissenschaftlichen Bereich aufnehmen.

1.2 Studienabschluss

Die Technische Hochschule Ingolstadt verleiht nach erfolgreicher Abschlussprüfung den akademischen Grad

Master of Engineering (M.Eng.)

1.3 Studiengangleitung und Fachstudienberatung

Für alle fachlichen Fragen und Probleme im Zusammenhang mit dem Studium steht der Fachstudienberater zur Verfügung. Fragen die organisatorische Abwicklung des Studienganges betreffend, beantwortet der Studiengangleiter. Studienfachberater und Studiengangleiter des Studiengangs Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit ist

Prof. Dr. Michael Botsch, Gebäude K, Raum 209, Tel. 0841 / 9348-2721

Die während des Semesters geltenden Sprechstunden werden jeweils via Moodle bekannt gemacht.

2 Curriculare Struktur

Der Masterstudiengang *Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit* beginnt jedes Sommer- und jedes Wintersemester. Durch den modularen Aufbau des Studiengangs ist es möglich, alle Fächer sowohl bei Beginn im Sommer- als auch bei Beginn im Wintersemester zu absolvieren. Es wird daher nicht jedes Fach in jedem Semester angeboten. Die folgenden zwei Tabellen stellen das jeweilige Curriculum für einen Studienbeginn im Wintersemester oder im Sommersemester dar.

2.1 Allgemeine Pflichtfächer

Studienbeginn im Wintersemester

SPO-Nr.	Module	1. Semester			2. Semester			3. Semester	
		SWS	LP	Prfg.	SWS	LP	Prfg.	SWS	LP
1	Fahrzeugaktuatorik	4	5	SP					
2	Integrale Fahrzeugsicherheit				4	5	SP		
3	Wissensmodellierung und Maschinelles Lernen	4	5	SP					
4	Softwareentwicklung für Funktionen des automatisierten Fahrens				4	5	SP		
5.1	Seminar zu Grundlagen der Fahrerassistenz- und der aktiven Sicherheitssysteme	2	2.5	SA					
5.2	Ethik und Recht	2	2.5	MP					
6	Umfeldsensorik	4	5	SP					
7	Systemarchitekturen und ihre Entwicklung				4	5	MP		
8	Simulations- und Testverfahren für automatisierte Fahrfunktionen				4	5	SP		
9	Car2X-Kommunikation	4	5	SP					
10	Gruppenprojekt				2	5	A		
11	Wahlpflichtmodul 1	4	5	LN					
11	Wahlpflichtmodul 2				4	5	LN		
12	Masterarbeit							0	30
	Summe	24	30		22	30		0	30

SP schriftliche Prüfung

MP mündliche Prüfung

LN Leistungsnachweis (schriftlich, mündlich oder praktisch, s. Modulhandbuch)

SA Seminararbeit

A praktische Arbeit

Studienbeginn im Sommersemester

SPO-Nr.	Module	1. Semester			2. Semester			3. Semester	
		SWS	LP	Prfg.	SWS	LP	Prfg.	SWS	LP
1	Fahrzeugaktuatorik				4	5	SP		
2	Integrale Fahrzeugsicherheit	4	5	SP					
3	Wissensmodellierung und Maschinelles Lernen				4	5	SP		
4	Softwareentwicklung für Funktionen des automatisierten Fahrens	4	5	SP					
5.1	Seminar zu Grundlagen der Fahrerassistenz- und der aktiven Sicherheitssysteme	2	2.5	SA					
5.2	Ethik und Recht	2	2.5	MP					
6	Umfeldsensorik				4	5	SP		
7	Systemarchitekturen und ihre Entwicklung	4	5	MP					
8	Simulations- und Testverfahren für automatisierte Fahrfunktionen	4	5	SP					
9	Car2X-Kommunikation				4	5	SP		
10	Gruppenprojekt				2	5	A		
11	Wahlpflichtmodul 1	4	5	LN					
11	Wahlpflichtmodul 2				4	5	LN		
12	Masterarbeit							0	30
	Summe	24	30		22	30		0	30

SP schriftliche Prüfung

MP mündliche Prüfung

LN Leistungsnachweis (schriftlich, mündlich oder praktisch, s. Modulhandbuch)

SA Seminararbeit

A praktische Arbeit

2.2 Wahlpflichtmodule

Wahlpflichtmodule sind Module, die für Studierende des Studiengangs angeboten werden. Jeder Studierende muss unter ihnen nach Maßgabe der Studien- und Prüfungsordnung insgesamt zwei Wahlpflichtmodule. Die gewählten Module werden wie Pflichtmodule behandelt.

Die Wahlpflichtmodule sollen durch Module mit 4 SWS erbracht werden. Sie können aber auch durch Module mit 2 SWS erbracht werden. Falls Wahlpflichtmodule mit 2 SWS gewählt werden, erhöht sich die Anzahl der abzulegenden Leistungsnachweise entsprechend.

Ein Anspruch darauf, dass sämtliche vorgesehenen Wahlpflichtmodule tatsächlich angeboten werden, besteht nicht. Desgleichen besteht kein Anspruch darauf, dass die dazugehörigen Lehrveranstaltungen bei nicht ausreichender Teilnehmerzahl durchgeführt werden. Welche Module im jeweiligen Semester angeboten werden, ist dem Studienplan zu entnehmen.

Ablauf der Wahl eines Wahlpflichtmoduls:

Es findet keine separate Wahl der Wahlpflichtmodule statt. Stattdessen können Studierende die Lehrveranstaltungen jedes Wahlpflichtmodul besuchen.

Studierende geben dann im Rahmen der Prüfungsanmeldung an, welches Wahlpflichtmodul sie ablegen wollen.

2.3 Gruppenprojekte

In Gruppenprojekten wird eine semesterbegleitende Projektaufgabe in einem Team von etwa 10-12 Studierenden bearbeitet.

Ablauf der Wahl eines Gruppenprojekts:

In der Woche vor Beginn des Semesters werden die Studierenden aufgefordert ein Projekt zu wählen. Dabei kann aufgrund der beschränkten Teilnehmerzahl pro Projekt nicht garantiert werden, dass jeder Studierende einen Platz in seinem präferierten Projekt erhält. Die Studierenden sind aufgefordert, selbstständig Projektwechsel zu organisieren.

Vor der Wahl der Projekte werden den Studierenden die Themen- und Aufgabenbeschreibungen der angebotenen Projekte bekannt gemacht.

Studierende müssen im Rahmen der Prüfungsanmeldung angeben, welches Projekt bei welchem Dozierenden sie absolvieren.

Ein Anspruch darauf, dass sämtliche vorgesehenen Projekte tatsächlich angeboten werden, besteht nicht.

3 Modulbeschreibungen

3.1 Allgemeine Pflichtmodule

Fahrzeugaktori			
Modulkürzel	AUF_FhrzAktorik	SPO-Nr.	1
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Pflichtfach	1, 2
Modulhäufigkeit	nur Wintersemester	Moduldauer	1 Semester
Modulverantwortliche(r)	Brandmeier, Thomas		
Dozent(in)	Brandmeier, Thomas; Inderst, Maximilian; Lugner, Robert		
Unterrichtssprache	Deutsch	Prüfungssprache	Deutsch/Englisch
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	78 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Fahrzeugaktori		
Lehrformen des Moduls	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen			
schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
Keine			
Voraussetzungen gemäß SPO			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse			
Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • die Rolle und Funktionsweise spezifischer Komponenten und Systeme moderner Fahrzeuge, insbesondere elektrifizierter Systeme, zu erklären. • die Prinzipien der Fahrdynamik und Regelungssysteme für Fahrwerksaktoren zu beschreiben. • grundlegende Kenntnisse in Fahrzeugsystemen, Fahrzeugaktori, Fahrdynamik und Regelungssystemen von Fahrwerksaktoren anzuwenden. • das Gelernte auf reale Probleme in der Fahrzeugtechnik und -entwicklung anzuwenden. • Fahrzeugaktoren auszulegen, indem sie Anwendungsanforderungen spezifizieren und die benötigten elektrischen Antriebe berechnen.			
Inhalt			
• Technisches System Fahrzeug			

- System Antriebstrang
 - Antriebsmaschinen (Gleichstrom-EM, Wechselstrom-EM)
 - Triebstrang (Getriebe)
 - Elektronische Regelsysteme des Antriebstranges
 - praktische Anwendungen
- System Fahrdynamik
 - Kontakt Fahrzeug-Fahrbahn (Reifen, Räder, Schlupf)
 - Modelle der Fahrdynamik
- Fahrdynamikregelungen
 - Funktionsweise und Zusammenspiel mit jeweiligen Grundlagen
 - praktische Anwendungen
- Übungen

Literatur

- HERNER, Anton und Hans-Jürgen RIEHL, 2022. *Expertenwissen Kfz-Elektrik, Elektronik*. Würzburg: Vogel Communications Group. ISBN 978-3-8343-3497-8, 3-8343-3497-9
- MITSCHKE, Manfred und Henning WALLENTOWITZ, 2014. *Dynamik der Kraftfahrzeuge*. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-658-05067-2, 3-658-05067-5
- SCHRAMM, Dieter, HILLER, Manfred, BARDINI, Roberto, 2018. *Modellbildung und Simulation der Dynamik von Kraftfahrzeugen* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg PDF e-Book. ISBN 978-3-662-54481-5. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-54481-5>.
- HERNER, Anton und Hans-Jürgen RIEHL, 2022. *Expertenwissen Kfz-Elektrik, Elektronik*. Würzburg: Vogel Communications Group. ISBN 978-3-8343-3497-8, 3-8343-3497-9
- BORGEEST, Kai, 2023. *Elektronik in der Fahrzeugtechnik: Hardware, Software, Systeme und Projektmanagement* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-41483-2. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-41483-2>.

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

Bewertung der schriftlichen Prüfung durch Drittelnoten.

Integrale Fahrzeugsicherheit

Modulkürzel	AUF_IntFhrzSich	SPO-Nr.	2
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Pflichtfach	1, 2
Modulhäufigkeit	nur Wintersemester	Moduldauer	1 Semester
Modulverantwortliche(r)	Brandmeier, Thomas		
Dozent(in)	Brandmeier, Thomas; Graf, Michael; Vazquez Munoz, Alvaro		
Unterrichtssprache	Deutsch	Prüfungssprache	Deutsch
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	78 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Integrale Fahrzeugsicherheit		
Lehrformen des Moduls	2: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen			
schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
Keine			
Voraussetzungen gemäß SPO			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse			
Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • die Funktion, Zielsetzung und Klassifikation von Sicherheitssystemen wiederzugeben. • die Bedeutung der Unfallforschung/ Fahrzeugsicherheitsentwicklung bei einem OEM zu erläutern und zu erfassen • die spezifischen Ziele der Integralen Fahrzeugsicherheit in den Fahrzeugentwicklungsprozess einzuordnen • die Bedeutung des Teamworks bei der Erarbeitung von Sicherheitskonzepten zu erkennen			
Inhalt			
• Grundlagen der integralen Fahrzeugsicherheit • Unfallsystematik • Crashmechanik • PKW-Auslegung für Insassen- u. Partnerschutz • Überblick über die Systeme der Fahrzeugsicherheit • Crash-Sensierung, Modellierung und Auslösekonzepte im Kontext der integralen Sicherheit • Anforderungen und Lösungsansätze für neuartige Sicherheitskonzepte- und architekturen			

- Biomechanik
- Unfallforschung und Unfalldatenanalyse
- Pre-Crash Sensierung
- Anforderungen aus der Regulatorik und dem Verbraucherschutz
- Bestehende und zukünftige Testmethoden moderner Sicherheitssysteme

Literatur

- SCHÖNEBURG, Rodolfo, 2023. *Integrale Sicherheit von Kraftfahrzeugen* [online]. *Biomechanik – Unfallvermeidung – Insassenschutz – Sensorik – Sicherheit im Entwicklungsprozess*. Wiesbaden: Springer Fachmedien PDF e-Book. ISBN 978-3-658-42806-8. Verfügbar unter: DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-658-42806-8>.
- JOHANNSEN, Heiko, 2013. *Unfallmechanik und Unfallrekonstruktion*. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-658-01593-0, 978-3-658-01594-7
- PISCHINGER, Stefan, SEIFFERT, Ulrich, 2021. *Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-25557-2. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-25557-2>.
- HUANG, Matthew, 2002. *Vehicle crash mechanics* [online]. Boca Raton [u.a.]: CRC Press PDF e-Book. ISBN 9780429118371, 978-1-4200-4186-6. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1201/9781420041866>.
- WATZENIG, Daniel, HORN, Martin, 2017. *Automated driving: safer and more efficient future driving* [online]. Cham: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-319-31895-0. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-31895-0>.

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

Bewertung der schriftlichen Prüfung durch Drittelnoten.

Knowledge Modeling and Machine Learning

Modulkürzel	AUF_WissMod	SPO-Nr.	3
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Compulsory Subject	1, 2
Modulhäufigkeit	not specified	Moduldauer	not specified
Modulverantwortliche(r)	Botsch, Michael		
Dozent(in)	Botsch, Michael		
Unterrichtssprache	English	Prüfungssprache	English
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	78 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Knowledge Modeling and Machine Learning		
Lehrformen des Moduls	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen			
schrP90 - written exam, 90 minutes			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
None			
Voraussetzungen gemäß SPO			
Lineare Algebra, Analysis, Signaldarstellung, elementare Stochastik			
Empfohlene Voraussetzungen			
None			
Angestrebte Lernergebnisse			
Upon successful completion of the course, students will be able to, - understand and apply the mathematical foundations of statistical signal processing for knowledge modeling and machine learning - mathematically describe, implement, and apply classical methods for classification and regression models - mathematically describe, implement and apply advanced machine learning methods for classification and regression models - understand generative machine learning models - use machine learning methods in automated driving applications			
Inhalt			
- Fundamentals of statistical signal processing (random variables, maximum likelihood and maximum a posteriori parameter estimation, kernel density estimators, bias-variance decomposition, model selection procedures) - Bayes classifier and Bayes regression - Linear classification and regression models (derivation, implementation, applications)			

- Classification by means of "softmax", k-NN, Nadaraya-Watson regression function (derivation, implementation, applications)
- Gradient descent method and automatic differentiation in reverse mode (backpropagation)
- Multi-layer perceptron neural networks (derivation, implementation, applications)
- Deep Convolutional Neural Networks (derivation, implementation, applications)
- Radial basis function networks (derivation, implementation, applications)
- Autoencoder
- Generative Adversarial Neural Networks
- Applications in the field of automated driving

Literatur

- BOTSCH, Michael, UTSCHICK, Wolfgang, 2020. *Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren: Methoden der Signalverarbeitung und des maschinellen Lernens* [online]. München: Hanser PDF e-Book. ISBN 978-3-446-46804-7. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3139/9783446468047>.
- GOODFELLOW, Ian und andere, 2018. *Deep Learning: das umfassende Handbuch : Grundlagen, aktuelle Verfahren und Algorithmen, neue Forschungsansätze*. Frechen: mitp. ISBN 978-3-95845-701-0
- BISHOP, Christopher M., 2009. *Pattern recognition and machine learning*. New York [u.a.]: Springer. ISBN 0-387-31073-8, 978-1-4939-3843-8
- BISHOP, Christopher M., BISHOP, Hugh, 2024. *Deep Learning: Foundations and Concepts* [online]. Cham: Springer International Publishing PDF e-Book. ISBN 978-3-031-45468-4. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-45468-4>.

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

None

Softwareentwicklung für Funktionen des automatisierten Fahrens

Modulkürzel	AUF_SWEntw	SPO-Nr.	4
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Pflichtfach	1, 2
Modulhäufigkeit	nur Sommersemester	Moduldauer	1 Semester
Modulverantwortliche(r)	Ebert, Bernd Martin		
Dozent(in)	Ebert, Bernd Martin		
Unterrichtssprache	Deutsch	Prüfungssprache	Deutsch
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	78 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Softwareentwicklung für Funktionen des automatisierten Fahrens		
Lehrformen des Moduls	4: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen			
schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
Keine			
Voraussetzungen gemäß SPO			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen			
Grundlagen der Programmierung			
Angestrebte Lernergebnisse			
Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • Konzepte und Methoden in jeder Phase eines Softwareentwicklungsprojektes anzuwenden. • Entwicklungsaktivitäten der entsprechenden Phase des Entwicklungsprozesses zuzuordnen. • gemäß den Entwicklungszielen geeignete Methoden auszuwählen und im Gesamtprozess der Softwareentwicklung zu organisieren. • Methoden zur Entwicklung und Weiterentwicklung von softwaregestützten Funktionen im automobilen Umfeld unter Berücksichtigung der Besonderheiten des automatisierten/autonomen Fahrens anzuwenden. • Entwurfsmuster und Software Architekturen hinsichtlich ihrer Eignung zur Lösung eines gestellten Problems zu prüfen und bewerten • Prototypische Implementierungen von Teilalgorithmen in einer Programmiersprache zu implementieren und testen • Geeignete Softwaretestmethoden auszuwählen und an Beispielen umzusetzen			
Inhalt			
• Softwareentwicklungslebenszyklus • Vorgehensmodelle von klassisch bis agil			

- Anforderungsspezifikation und -analyse
- Modellierung, Design und Architektur z.B. AUTOSAR; UML; SysML
- Teststrategien und Testmethoden
- Rückverfolgbarkeit und Sicherheitsnachweis
- Qualifizierter Entwicklungsprozess: ISO29119, ISO26262, ISO/IEC 25000, ASPICE
- Implementierung von Algorithmen
- ROS2

Literatur

- WASCHL, Harald, 2019. *Control strategies for advanced driver assistance systems and autonomous driving functions: development, testing and verification*. Cham: Springer. ISBN 978-3-319-91568-5
- WEILKIENS, Tim, 2008. *Systems Engineering mit SysML-UML: Modellierung, Analyse, Design*. Heidelberg: dpunkt-Verl.. ISBN 3-89864-577-0, 978-3-89864-577-5
- STARKE, Gernot, 2018. *Effektive Softwarearchitekturen: ein praktischer Leitfaden*. München: Hanser. ISBN 978-3-446-45207-7, 3-446-45207-9
- DAIGL, Matthias und Rolf GLUNZ, 2016. *ISO 29119: die Softwaretest-Normen verstehen und anwenden*. Heidelberg: dpunkt.verlag. ISBN 978-3-86490-237-6, 978-3-86491-772-1
- RUPP, Chris, 2014. *Requirements-Engineering und -Management: aus der Praxis von klassisch bis agil*. München: Hanser. ISBN 978-3-446-43893-4, 978-3-446-44313-6

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

Bewertung der schriftlichen Prüfung durch Drittelnoten.

Seminar zu Grundlagen der Fahrerassistenz- und der aktiven Sicherheitssysteme

Modulkürzel	AUF_WissArb	SPO-Nr.	5
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Pflichtfach	1
Modulhäufigkeit	only winter term	Moduldauer	1 semester
Modulverantwortliche(r)	Vaculin, Ondrej		
Dozent(in)	Knorr, Alexander		
Unterrichtssprache	Deutsch/Englisch	Prüfungssprache	Deutsch/Englisch
Leistungspunkte / SWS	2.5 ECTS / 2 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	24 h	
	Selbststudium	39 h	
	Gesamtaufwand	63 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Seminar zu Grundlagen der Fahrerassistenz- und der aktiven Sicherheitssysteme		
Lehrformen des Moduls	S - Seminar		
Prüfungsleistungen			
LN - Seminararbeit (10 Seiten) mit mündl. Präsentation (30 Min.)			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
Bewertung des Moduls erfolgt durch Drittelnoten, wobei Präsentation, themenspezifische Befragung und Diskussionsbeiträge, schriftliche Ausarbeitung im Verhältnis 15:10:75 bewertet werden.			
Voraussetzungen gemäß SPO			
None			
Empfohlene Voraussetzungen			
None			
Angestrebte Lernergebnisse			
Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden zum einen in der Lage, - sich selbständig spezielle fachliche Kenntnisse zu erarbeiten (Literaturarbeit, Analyse, Schlussfolgerungen) und können diese mithilfe des Einsatzes geeigneter Medien nachvollziehbar im Rahmen eines mündlichen Vortrags präsentieren - einer fachlichen Präsentation kritisch zu folgen und die Inhalte mit dem Vortragenden fachlich zu diskutieren (Stärkung der kommunikativen Kompetenz) - den Inhalt ihrer Präsentation in Form einer kurzen schriftlichen Ausarbeitung darzustellen Zum anderen erwerben sie fachliche Kompetenzen: - Grundverständnis zu Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme - Wissen über Funktion, Zielsetzung und Klassifikation von Fahrerassistenz- und Sicherheitssystemen - Kenntnisse der Unterschiede zwischen den Assistenzsystemen (mit/ohne Umfeldsensorik, mit/ohne Fahreereinbindung) - Verständnis von notwendigen Sensoren und Aktoren und deren Funktionsprinzipien			

Inhalt

Die von den Teilnehmern zu bearbeitenden Themen stammen aus

- dem Themenfeld der Funktionen, Zielsetzungen und Klassifikationen von Fahrerassistenz- und Sicherheitssystemen
- dem Themenfeld spezieller Fahrerassistenz- und Sicherheitssysteme, z.B.
 - ABS, ASR, MSR, ESC, ACC
 - Totwinkel-, SpurwechselAssist, JunctionAssist
 - Pre-Safe - Proaktiver Schutz von Insassen, Post-Crash, Multikollisionsbremse
- dem Themenfeld der aktuellen Forschung und Entwicklung im Kontext des autonomen Fahrens

Im Zuge des Seminars muss jeder Teilnehmer

- Literaturrecherchen durchführen
- eine Präsentation über sein Thema ausarbeiten und diese mündlich vortragen
- eine schriftliche Ausarbeitung über das bearbeitete Thema erstellen

Detaillierte Hinweise zu Terminen und seine Erwartungen hinsichtlich Inhalt und Umfang der Präsentationen sowie der schriftlichen Ausarbeitung kommuniziert der jeweilige Dozent zu Beginn des Semesters.

Literatur

Will be specified at the beginning

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

Das Anfertigen einer Seminararbeit anhand von Large Language Models (LLMs) wie ChatGPT ist nicht zulässig. Ausschließlich leichte Überarbeitungen des ursprünglichen Skripts, wie beispielsweise für Rechtschreibung und Grammatikkorrekturen, sind erlaubt. Mit der Abgabe der Seminararbeit bestätigen die Studierenden, dass ihre Einreichung eine eigenständige Ausarbeitung der Autoren darstellt und nicht von einem Sprachmodell generiert wurde.

Ethics and Law			
Modulkürzel	AUF_Ethik	SPO-Nr.	5
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Compulsory Subject	1
Modulhäufigkeit	only winter term	Moduldauer	1 semester
Modulverantwortliche(r)	Botsch, Michael		
Dozent(in)	Richter, Florian		
Unterrichtssprache	English	Prüfungssprache	English
Leistungspunkte / SWS	2.5 ECTS / 2 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	24 h	
	Selbststudium	39 h	
	Gesamtaufwand	63 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Ethics and Law		
Lehrformen des Moduls	SU - seminaristischer Unterricht		
Prüfungsleistungen			
mdIP - oral exam, 30 minutes			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
None			
Voraussetzungen gemäß SPO			
None			
Empfohlene Voraussetzungen			
None			
Angestrebte Lernergebnisse			
Upon successful completion of the module, students will be able to - distinguish issues with respect to the areas of ethics, morality, and law and to relate ethical issues to legal frameworks. - reproduce basic knowledge about the interculturally dependent ethical and legal way of thinking and working. - identify ethical problems in the light of moral principles and values, review them in the context of different ethical theories (deontology, virtue ethics, consequentialism) and employ the theories in arguments. - compare and contrast different concepts of autonomy, human-machine-interaction, and human-machine-interface in the area of philosophy of technology. - recognize ethical as well as legal criteria of machine decisions and to evaluate possible dangers or risks that may result from these decisions. - recognize and formulate the transfers of responsibility, amongst them the consequences of decision-making processes of autonomously acting systems (including artificial intelligence, learning systems).			
Inhalt			
- Normative ethics, ethics of technology and technology assessment - Behavioral ethics and risk ethics regarding autonomous systems			

- Due diligence to comply with ethical, legal and economic requirements.
- Liability law (product liability law, strict liability)
- Societal acceptance (in relation to socio-cultural backgrounds, functional safety requirements, risk assessment, dilemma situations, misuse, handling of data)

Literatur

- RACHELS, James und Stuart RACHELS, 2012. *The elements of moral philosophy*. New York, NY: McGraw-Hill. ISBN 978-1-259-00788-0, 1-259-00788-X
- SINGER, Peter, 2011. *Practical ethics*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-70768-8, 978-0-521-88141-8
- HUBIG, Christoph, 2007. *Die Kunst des Möglichen II: Grundlinien einer dialektischen Philosophie der Technik Band 2: Ethik der Technik als provisorische Moral*. ISBN 978-3-8394-0531-4
- HUBIG, Christoph, 2015. *Die Kunst des Möglichen III: Grundlinien einer dialektischen Philosophie der Technik Band 3: Macht der Technik*. ISBN 978-3-8394-2812-2
- GRUNWALD, Armin, 2019. *Technology assessment in practice and theory*. Abingdon, Oxon: Routledge. ISBN 978-0-429-44264-3, 0-429-44264-5
- POEL, Ibo van de und Lambèr ROYAKKERS, 2011. *Ethics, technology and engineering: an introduction*. Chichester: Wiley-Blackwell. ISBN 978-1-444-39570-9, 978-1-444-39571-6

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

None

Umfeldsensorik			
Modulkürzel	AUF_UmSens	SPO-Nr.	6
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Pflichtfach	1, 2
Modulhäufigkeit	nur Wintersemester	Moduldauer	1 Semester
Modulverantwortliche(r)	Vaculin, Ondrej		
Dozent(in)	Vaculin, Ondrej		
Unterrichtssprache	Deutsch	Prüfungssprache	Deutsch
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	78 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Umfeldsensorik		
Lehrformen des Moduls	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen			
schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
Keine			
Voraussetzungen gemäß SPO			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse			
Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • verschiedenste Sensoren und deren typischen Parameter zu erläutern. • Funktionsprinzipien sowie Leistungsfähigkeit von wichtigsten Sensortypen zu verstehen. • Sensorkonzepte zu verstehen.			
Inhalt			
• Ziele und Anforderungen an die Sensorik von Fahrerassistenzsystemen bis zu voll automatisiertem Fahren • On-Board Sensorik für automatisierte Fahrfunktionen, Radar, Lidar, Kameras, Ultraschall und weitere • Einfluss von Sensorparameter an die Fahrfähigkeiten von automatisierten Fahrzeugen • Rollen von Infrastruktursensorik für automatisiertes Fahren			
Literatur			
• WINNER, Hermann, 2015. <i>Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort</i> [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien PDF e-Book. ISBN 978-3-658-05734-3, 978-3-658-05733-6. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-658-05734-3.			

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • REIF, Konrad, 2016. <i>Sensoren im Kraftfahrzeug</i> [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden PDF e-Book. ISBN 978-3-658-11211-0, 978-3-658-11210-3. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-658-11211-0. • MAURER, Markus, J. Christian GERDES und Barbara LENZ, 2015. <i>Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte</i>. ISBN 978-3-662-45853-2 |
|---|

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

Bewertung der schriftlichen Prüfung durch Drittelnoten.

Systemarchitekturen und ihre Entwicklung

Modulkürzel	AUF_SysArch	SPO-Nr.	7
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Pflichtfach	1, 2
Modulhäufigkeit	nur Wintersemester	Moduldauer	1 Semester
Modulverantwortliche(r)	Huber, Werner		
Dozent(in)	Huber, Werner; Woryna, Jürgen		
Unterrichtssprache	Deutsch	Prüfungssprache	Deutsch
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	78 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Systemarchitekturen und ihre Entwicklung		
Lehrformen des Moduls	7: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen			
mdIP - mündliche Prüfung 30 Minuten			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
Keine			
Voraussetzungen gemäß SPO			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse			
Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • die Analogie des menschlichen Kognitionsprozesses mit automatisierten Fahrzeugen zu verstehen. • Modelle der Fahrzeugführung zu verstehen und anzuwenden. • die Bestandteile einer Systemarchitektur im Fahrzeug zu nennen. • eine Systemarchitektur für autonome Fahrzeuge zu erstellen und zu klassifizieren. • verschiedene Arten von SW-Architekturen zu verstehen und zu unterscheiden. • die Haupt-HW-Elemente zu kennen. • die Bedeutung der funktionalen Sicherheit (ISO 26262) und Gebrauchssicherheit (Sotif) für die Entwicklung von Architekturen von automatisierten und autonomen Fahrzeugen zu verstehen. • Kommunikationssysteme im Fahrzeug zu unterscheiden. • E/E Entwicklungsprozesse zu verstehen und anzuwenden. • ein Entwicklungs-Framework für autonomes Fahren zu verstehen und Basisfunktionalitäten zu entwickeln.			
Inhalt			
• Kognitionsmodell (Rasmussen) und Fahrzeugführungsmodelle (Donges)			

- Unterschied menschliche/technische Stärken
- Systemarchitekturen (inkl. Beispiele)
- E/E-Architekturen im Fahrzeug
- Softwarearchitekturen
- Kommunikationsgrundlagen im Fahrzeug und Datenbusse
- Funktionale Sicherheit im Entwicklungsprozess
- Frameworks als Basis der Entwicklung (ROS, NVIDIA)
- Umfeldmodell-Architekturen
- Systemmodell einer Datenfusion
- Systemarchitekturen und Basiskomponenten der notwendigen SW-Module (nicht deren Programmierung)

Literatur

- ROSS, Hans-Leo, 2016. *Functional safety for road vehicles: new challenges and solutions for E-mobility and automated driving* [online]. Cham: Springer International Publishing PDF e-Book. ISBN 978-3-319-33361-8, 978-3-319-33360-1. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-33361-8>.
- ZIMMERMANN, Werner, SCHMIDGALL, Ralf, 2014. *Bussysteme in der Fahrzeugtechnik: Protokolle, Standards und Softwarearchitektur* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-02419-2, 978-3-658-02418-5. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-02419-2>.
- SCHÄUFFELE, Jörg, ZURAWKA, Thomas, 2016. *Automotive Software Engineering: Grundlagen, Prozesse, Methoden und Werkzeuge effizient einsetzen* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden PDF e-Book. ISBN 978-3-658-11815-0, 978-3-658-11814-3. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-11815-0>.
- STREICHERT, Thilo, TRAUB, Matthias, 2012. *Elektrik/Elektronik-Architekturen im Kraftfahrzeug: Modellierung und Bewertung von Echtzeitsystemen* [online]. Berlin: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-642-25478-9, 978-3-642-25477-2. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-25478-9>.
- US DPTMT. OF TRANSPORTATION, 2017. *Automated Driving Systems 2.0: A Vision for Safety*. ISBN 978-1976478901

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

Bewertung der mündlichen Prüfung durch Drittelnoten.

Simulations- und Testverfahren für automatisierte Fahrfunktionen

Modulkürzel	AUF_SimTest	SPO-Nr.	8
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Pflichtfach	1, 2
Modulhäufigkeit	nur Wintersemester	Moduldauer	1 Semester
Modulverantwortliche(r)	Vaculin, Ondrej		
Dozent(in)	Plaschkies, Franz; Vaculin, Ondrej		
Unterrichtssprache	Deutsch	Prüfungssprache	Deutsch
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	78 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Simulations- und Testverfahren für automatisierte Fahrfunktionen		
Lehrformen des Moduls	8: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen			
schrP120 - schriftliche Prüfung, 120 Minuten			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
Keine			
Voraussetzungen gemäß SPO			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse			
Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • die Rolle unterschiedlicher Testmethoden zu verstehen. • Prozesse von Fahrzeugzulassung und Verbrauchertests zu verstehen. • Simulationsmodelle von Fahrzeugen zu erstellen. • Prüfgeländetest und Feldtest vorbereiten, durchführen und auswerten.			
Inhalt			
• Anforderungen an Fahrzeuge unterschiedlicher Automatisierungsstufen von der Typgenehmigung bis zum Lastenheft ○ Passive Sicherheit ○ Aktive Sicherheit ○ Automatisierte Fahrfunktionen • Physische und virtuelle Testverfahren • Simulationsansätze, Fahrzeugmodelle, Sensormodelle, Gültigkeit von Modellen • Prüfgeländetests: Anforderungen und Machbarkeit • Feldtests: Anforderungen und Machbarkeit			

Literatur

- WINNER, Hermann, 2015. *Handbuch Fahrerassistenzsysteme* [online]. *Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort*. Wiesbaden: Springer Fachmedien PDF e-Book. ISBN 978-3-658-05734-3, 978-3-658-05733-6. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-05734-3>.
- MAURER, Markus, GERDES, J. Christian, LENZ, Barbara, 2015. *Autonomes Fahren* [online]. *technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte*. Berlin: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-662-45854-9. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-45854-9>.
- REIF, Konrad, 2016. *Sensoren im Kraftfahrzeug* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-11211-0, 978-3-658-11210-3. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-11211-0>.
- Ohne Autor. *Projekt PEGASUS: Symposium - Unterlagen* [online]. [Zugriff am:]. Verfügbar unter: <http://www.pegasusprojekt.de>
- KRAMER, Florian, 2013. *Integrale Sicherheit von Kraftfahrzeugen: Biomechanik - Simulation - Sicherheit im Entwicklungsprozess*. Wiesbaden: Springer. ISBN 978-3-8348-2608-4 ;978-3-8348-2607-7

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

Keine Anmerkungen

Car2X-Kommunikation

Modulkürzel	AUF_Car2X	SPO-Nr.	9
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Pflichtfach	1, 2
Modulhäufigkeit	nur Wintersemester	Moduldauer	1 Semester
Modulverantwortliche(r)	Festag, Andreas		
Dozent(in)	Festag, Andreas		
Unterrichtssprache	Deutsch	Prüfungssprache	Deutsch
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	78 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Car2X-Kommunikation		
Lehrformen des Moduls	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen			
schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
Keine			
Voraussetzungen gemäß SPO			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse			
Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • die Anforderungen, Use Cases, Architekturen und Kommunikationstechnologien für Car2X Kommunikation zu beschreiben sowie Konzepte der Informationsverbreitung für Car2X Services anzuwenden, • Übertragungs- und Medienzugriffsverfahren, Kommunikationsprotokolle der Netzwerk-, Transport und Facilities-Schicht sowie der Datensicherheit und des Systemmanagements zu verstehen und für die Entwicklung von Systemen und Anwendungen einzusetzen, • die Vor- und Nachteile von existierenden Car2X Systemen zu bewerten und zukünftige Entwicklungen abschätzen.			
Inhalt			
• Car2X Use Cases und Systemarchitektur • Car2X-Frequenzspektrum • WLAN-V2X ○ Systemübersicht ○ Physikalische Übertragung und Medienzugriffsverfahren ○ Überlastkontrolle • Cellular-V2X			

- Übersicht Mobilfunknetze
- Sidelink für Car2X-Kommunikation
- Architektur, Kanalstruktur, Synchronisierung, Resource Management, Scheduling und Überlastkontrolle
- Vergleich WLAN-V2X und Cellular-V2X
- IP Mobilitätsunterstützung und Ad Hoc Networking für Car2X
- Car2X Datensicherheit und Anonymität
- Car2X Standardisierung
- Kommunikationsunterstützung für Fahrzeugautomatisierung
- Zukünftige Entwicklungen und Ausblick

Literatur

- SOMMER, Christoph und Falko DRESSLER, 2015. *Vehicular networking*. Cambridge: Cambridge Univ. Press. ISBN 978-1-107-04671-9
- CAMPOLO, Claudia, 2015. *Vehicular ad hoc networks: standards, solutions, and research* [online]. Cham [u.a.]: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-319-15497-8, 978-3-319-15496-1. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-15497-8>.
- DAHLMAN, Erik, Stefan PARKVALL und Johan SKÖLD, 2016. *4G, LTE-Advanced Pro and the road to 5G*. Amsterdam: Elsevier, Academic Press. ISBN 978-0-12-804575-6

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

Bewertung der schriftlichen Prüfung durch Drittelnoten.

Gruppenprojekt			
Modulkürzel	AUF_Projekt	SPO-Nr.	10
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Pflichtfach	2
Modulhäufigkeit	nur Wintersemester	Moduldauer	1 Semester
Modulverantwortliche(r)	Botsch, Michael		
Dozent(in)	Chandra Sekaran, Karthikeyan; De Borba, Thiago; Huber, Robert; Inderst, Maximilian; Jagtap, Abhishek Dinkar; Sezgin, Fatih; Streck, Egor; Thirugnanam, Vaishal		
Unterrichtssprache	Deutsch	Prüfungssprache	Deutsch
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 2 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	24 h	
	Selbststudium	101 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Gruppenprojekt		
Lehrformen des Moduls	Prj - Projekt		
Prüfungsleistungen			
LN - Projektarbeit			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
Keine			
Voraussetzungen gemäß SPO			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse			
Nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, - eine komplexe fachliche Aufgabenstellung zu analysieren und über ein Semester hinweg in einem Team erfolgreich zu bearbeiten - versiert mit Werkzeugen, die im Rahmen der Durchführung eines IT-Projekts zur Anwendung kommen, umzugehen - mit fachlichen und nicht-fachlichen Problemen, die während der Durchführung eines mehrwöchigen Projekts auftreten können, umzugehen - fachliche und nicht-fachliche (insbesondere auch unternehmerische) Ziele des Projekts kritisch zu hinterfragen und im Sinne eines Gesamterfolges des Projekts abzuwägen - Projektmanagementmethoden anzuwenden - in unterschiedlicher aber stets angemessener Ausführlichkeit über den Projektfortschritt in mündlicher und/oder schriftlicher Form zu berichten.			
Inhalt			
Bearbeitung einer semesterbegleitenden Projektaufgabe in einem Team.			

Vielfach werden die Projekte in Kooperation mit externen Firmen oder dem hochschuleigenen Forschungszentrum durchgeführt. Alternativ geben auch Dozenten gezielt Projektthemen vor, die im Rahmen ihrer Lehr- oder Forschungstätigkeit bearbeitet werden sollen.

Die Projektleitung und die Organisation werden von Studierenden ausgeführt. Der Dozent/Lehrbeauftragte fungiert lediglich als Coach und/oder Auftraggeber. Als Projektmanagementmethode können klassische Methoden oder agile Methoden wie Scrum oder Kanban verwendet werden. Die Entscheidung darüber, welche Methode verwendet wird, liegt beim Projektteam.

Zu Beginn des Projekts kommuniziert der Dozent/Lehrbeauftragte klar seine Erwartungen hinsichtlich Terminen, Form und Nachweis der individuellen Leistungen, die von allen Studierenden zu erbringen sind. Das Projektteam einigt sich mit dem Dozenten/Lehrbeauftragten über die Kommunikations- und Dokumentationsformen, die während der Projektlaufzeit von allen Projektteilnehmern (Studierende, Dozent, Auftraggeber) einzuhalten sind.

Zu klären sind:

- Häufigkeit und Dauer von Planungssitzungen
- Art und Durchführung der Treffen (gemeinsam oder virtuell/elektronisch)
- turnusmäßige Treffen (evtl. täglich in Form von Scrum-Meetings etc.)
- Art und Umfang der Deliverables
- Art und Umfang der individuellen Beiträge durch Studierende
- Kriterien für die Beurteilung/Benotung durch den Dozenten

Vorgehen:

Eine Aufteilung der Studiengruppe durch Wahl eines Projektes findet Ende September bzw. Anfang März statt. Vor der Wahl werden die Studierenden über Zeitpunkt der Wahl informiert. Dabei erhalten Sie auch genaue Beschreibungen der Themen der Projekte.

Literatur

Wird zu Beginn bekannt gegeben

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

Bewertung der Projektarbeit individuell durch Drittelnoten.

Masterarbeit			
Modulkürzel	AUF_MA	SPO-Nr.	12
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Pflichtfach	3
Modulhäufigkeit	only winter term	Moduldauer	1 semester
Modulverantwortliche(r)	Botsch, Michael		
Dozent(in)	All lecturers		
Unterrichtssprache	Deutsch/Englisch	Prüfungssprache	Deutsch/Englisch
Leistungspunkte / SWS	28 ECTS / 1 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	12 h	
	Selbststudium	688 h	
	Gesamtaufwand	700 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Masterarbeit		
Lehrformen des Moduls	Individuelle Betreuung der Studierenden		
Prüfungsleistungen			
Master-Abschlussarbeit			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
Im Allgemeinen suchen sich Studierende selbständig ein Thema für ihre Abschlussarbeit. Themen werden entweder hochschulintern von Lehrenden der Hochschule in Aushängen (auch online) angeboten oder ergeben sich aus der Kooperation des Studierenden mit einem Unternehmen. Im Fall einer extern gestellten Themenstellung muss der Studierende einen Lehrenden der Hochschule von seinem Thema begeistern, damit dieser die Rolle des Erstprüfers übernimmt. Zu diesem Zweck empfiehlt es sich, die Themenstellung und die geplante Herangehensweise in einer kurzen Ausarbeitung zu skizzieren. Dieses Exposé dient dazu, den als Erstprüfer gewünschten Lehrenden zu überzeugen.			
Voraussetzungen gemäß SPO			
None			
Empfohlene Voraussetzungen			
None			
Angestrebte Lernergebnisse			
Nach der erfolgreichen Erstellung der Masterarbeit sind die Studierenden in der Lage, • innerhalb eines begrenzten Zeitraums und eines u. U. vorgegebenen Budgets eine komplexe ingenieurwissenschaftliche Fragestellung aus dem Fachgebiet des Studiengangs nach wissenschaftlichen Methoden qualifiziert und eigenverantwortlich zu bearbeiten • systematisch und kreativ Lösungen für gleichartige Fragestellungen zu erarbeiten • Grenzen der aufgezeigten Lösung zu ermitteln und zu bewerten • Aufgabenstellung, ihre Einordnung in einen Gesamtzusammenhang sowie eine Darstellung und Diskussion des Problemlösungswegs und der Ergebnisse unter Einhaltung der Regeln für wissenschaftliche Texte (Stringenz, Transparenz usw.) und formaler Kriterien zu erstellen • die gute wissenschaftliche Praxis zu befolgen und wissenschaftliche Arbeitsmethoden anzuwenden.			

Inhalt

Die Masterarbeit ist eine studiengangspezifische ingenieurwissenschaftliche Graduierungsarbeit. Das Thema der Masterarbeit wird von einem Professor der beteiligten Hochschulen gestellt, betreut und inhaltlich begleitet. Das Thema kann dabei in der betrieblichen Praxis z. B. in einem Unternehmen oder auch in der Forschung an der THI bearbeitet durchgeführt werden.

- Wissenschaftliche Analyse einer komplexen studiengangspezifischen Problemstellung vor dem Hintergrund des Stands der Wissenschaft und Technik
- Literaturrecherche, insbesondere unter Berücksichtigung aktueller internationaler Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Journalen
- Entwicklung eines zum Kontext der Problemstellung passenden, kreativen Lösungskonzeptes unter Berücksichtigung aktueller wissenschaftlicher, technischer und betrieblicher Gesichtspunkte
- Umfangreiche Bewertung alternativer Lösungskonzepte und Auswahl des besten Lösungskonzeptes (technische, wirtschaftliche Bewertung)
- Umsetzung des ausgewählten Lösungskonzeptes der komplexen studiengangspezifischen Problemstellung
- Kritische und umfangreiche Analyse der erhaltenen Ergebnisse unter Einsatz geeigneter ingenieurwissenschaftlicher Methoden
- Projektmanagement (insbesondere Zeit und ggfs. Budgetmanagement)
- Verständliche und formal korrekte Darstellung und Dokumentation der Lösung und der Ergebnisse
- Gute wissenschaftliche Praxis und wissenschaftliche Arbeitsmethoden.

Literatur

- KARMASIN, Matthias, RIBING, Rainer, 2025. *Die Gestaltung wissenschaftlicher Arbeiten: ein Leitfaden für Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten sowie Dissertationen* [online]. Wien: facultas PDF e-Book. ISBN 978-3-8385-6390-9. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.36198/9783838563909>.
- HEESEN, Bernd, 2010. *Wissenschaftliches Arbeiten: Vorlagen und Techniken für das Bachelor-, Master- und Promotionsstudium*. Heidelberg [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-642-03375-9
- FRANKE, Fabian, KEMPE, Hannah, 2014. *Schlüsselkompetenzen: Literatur recherchieren in Bibliotheken und Internet* [online]. Stuttgart: Verlag J.B. Metzler PDF e-Book. ISBN 978-3-476-01248-7. Verfügbar unter: [10.1007/978-3-476-01248-7](https://doi.org/10.1007/978-3-476-01248-7).
- FRANCK, Norbert und Joachim STARY, 2013. *Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens: eine praktische Anleitung*. 17. Auflage. Paderborn: Ferdinand Schöningh. ISBN 978-3-8385-4040-5
- FERNER, . *einschlägige Fachliteratur, je nach Aufgabenstellung, insbesondere aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge* [online]. PDF e-Book.

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

Wichtige Hinweise: Setzen Sie Ihre Betreuer und Erstprüfer regelmäßig in Kenntnis von Ihren Fortschritten. Klären Sie insbesondere deren Erwartungen an den Inhalt der Arbeit ab. Für die Bearbeitung der Masterarbeit wird ein ganzes Semester veranschlagt, wohingegen für die Bearbeitung der Bachelorarbeit nur 12 Leistungspunkte veranschlagt werden. Daraus wird ersichtlich, dass hinsichtlich Umfangs und Inhalt an eine Masterarbeit wesentlich höhere Ansprüche gestellt werden als an eine Bachelorarbeit. Insbesondere der wissenschaftliche Charakter sollte bei einer Masterarbeit stärker betont werden:

- Aussagen sollten, wo immer möglich, in den Kontext mit einschlägiger Fachliteratur gestellt werden
- Neben herkömmlicher Fachliteratur sollten wesentlich auch Quellen aus der aktuellen Forschung (z. B. Dissertationen und Konferenzbeiträge) einbezogen werden.
- Die Arbeitsweise des Absolventen sollte zielgerichtet, methodisch und systematisch sein und explizit in der Abschlussarbeit dokumentiert werden
- Quantitative Aussagen, wie etwa Messungen, sollten mit den Mitteln der mathematischen Statistik untersucht und dokumentiert werden.

Die Abschlussarbeit kann in deutscher oder englischer Sprache verfasst werden.

Seminar zur Masterarbeit

Modulkürzel	AUF_SemMA	SPO-Nr.	12
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Pflichtfach	3
Modulhäufigkeit	nur Wintersemester	Moduldauer	1 Semester
Modulverantwortliche(r)	Botsch, Michael		
Dozent(in)			
Unterrichtssprache	Deutsch	Prüfungssprache	Deutsch
Leistungspunkte / SWS	2 ECTS / 0 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	0 h	
	Selbststudium	50 h	
	Gesamtaufwand	50 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Seminar zur Masterarbeit		
Lehrformen des Moduls	Individuelle Betreuung der Studierenden		
Prüfungsleistungen			
LN - Kolloquium zur Abschlussarbeit			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
Im Zuge des Seminars zur Masterarbeit muss an regelmäßigen Treffen mit dem betreuenden Professor/Dozenten (Erstgutachter) teilgenommen werden.			
Voraussetzungen gemäß SPO			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse			
Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, die Inhalte ihrer wissenschaftlich-technischen Arbeiten sowie die Strategie der Problembehandlung und die Lösungswege strukturiert vorzutragen und in einer anschließenden Befragung und Diskussion nach wissenschaftlichen Maßstäben überzeugend zu vertreten.			
Inhalt			
- Einarbeitung in das wissenschaftlich-technische Problem der Aufgabenstellung zur Masterarbeit - Analyse und Bewertung der relevanten wissenschaftlichen Vorarbeiten - Erarbeitung und Bewertung eigener Lösungsansätze - Implementierung der Lösung - Fachlich-wissenschaftliche Darstellung der Methodik sowie der Lösung in Schriftform - Präsentation von Methodik und Ergebnissen in einem Vortrag sowie deren wissenschaftliche Vertretung in einer anschließenden Befragung mit Diskussion.			

Literatur

- KARMASIN, Matthias und Rainer RIBING, 2019. *Die Gestaltung wissenschaftlicher Arbeiten: ein Leitfa- den für Facharbeit/VWA, Seminararbeiten, Bachelor-, Master-, Magister- und Diplomarbeiten sowie Dis- sertationen*. 10. Auflage. Wien: facultas. ISBN 978-3-8385-5313-9
- HEESEN, Bernd, 2010. *Wissenschaftliches Arbeiten: Vorlagen und Techniken für das Bachelor-, Master- und Promotionsstudium*. Heidelberg [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-642-03375-9
- FRANKE, Fabian, KEMPE, Hannah, 2014. *Schlüsselkompetenzen: Literatur recherchieren in Bibliothe- ken und Internet* [online]. Stuttgart: Verlag J.B. Metzler PDF e-Book. ISBN 978-3-476-01248-7. Verfügbar unter: 10.1007/978-3-476-01248-7.
- FRANCK, Norbert und Joachim STARY, 2013. *Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens: eine prakti- sche Anleitung*. 17. Auflage. Paderborn: Ferdinand Schöningh. ISBN 978-3-8385-4040-5
- FERNER, . *einschlägige Fachliteratur, je nach Aufgabenstellung, insbesondere aktuelle wissenschaftli- che Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge* [online]. PDF e-Book.

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

Keine Anmerkungen

3.2 Fachwissenschaftliche Wahlpflichtmodule

Zur Darstellung der thematischen Breite werden im Folgenden die aktuell angebotenen Wahlpflichtmodule beschrieben. Es gelten die Ausführungen gemäß Abschnitt 2.2.

Antriebsstrang und Hybrid

Modulkürzel	EMS_ASH	SPO-Nr.	11
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Fachwissenschaftliche Wahlpflichtmodule	1, 2
Modulhäufigkeit	nur Sommersemester	Moduldauer	1 Semester
Modulverantwortliche(r)	Schiele, Thomas		
Dozent(in)	Birkner, Christian; Hackner, Thomas		
Unterrichtssprache	Deutsch	Prüfungssprache	Deutsch
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	78 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Antriebsstrang und Hybrid		
Lehrformen des Moduls	11: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen			
LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
Keine			
Voraussetzungen gemäß SPO			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse			
Nach dem Besuch des Moduls - wissen die Studierenden, mit welchen Komponenten Hybridfahrzeuge realisiert werden. - verstehen die Studierenden, wie sich durch Kombination von Verbrennungskraftmaschine und Elektromotor im Antriebsstrang Vorteile hinsichtlich Kraftstoffverbrauch und Emissionierung erzielen lassen und durch welche betriebsstrategischen Ansätze diese Vorteile erzielt werden können. - können die Studierenden mit Hilfe einfacher Modelle die Kraftstoffeinsparung eines Hybridfahrzeugs im Vergleich zum konventionellen Kraftfahrzeug durch näherungsweise Berechnungen in Abhängigkeit von der Betriebsstrategie und für unterschiedliche Fahrbedingungen abschätzen. - sind die Studierenden in der Lage, Simulationsmodelle für das Zusammenspiel von Verbrennungskraftmaschine, elektrischen Maschinen, Leistungselektronik, Energiespeicher und elektrischen Energienetze für Hybrid- und Elektrofahrzeuge zu erstellen und das Gesamtsystem simulieren. - können die Studierenden Komponenten für Hybrid- und Elektrofahrzeuge dimensionieren. - kennen die Studierenden aktuell gültige Normen, Gesetze und Methoden und verstehen die spezifischen technischen Risiken von Hybrid- und Elektrofahrzeugen.			
Inhalt			
Grundlagen zum Antriebsstrang in Kraftfahrzeugen			

- Wirkungsweise der Verbrennungskraftmaschine und deren Wirkungsgrad- und Emissionierungspotentiale
- Elektrische Maschinen und Leistungselektronik für Hybridfahrzeuge
- Komponenten und Aufbau moderner Hybridfahrzeuge
- Betriebsstrategien für Hybridfahrzeuge
- Elektrische Energienetze in Elektro- und Hybridfahrzeugen
- Energiespeicherung in Elektro- und Hybridfahrzeugen

Literatur

- STAN, Cornel, 2012. *Alternative Antriebe für Automobile: Hybridsysteme, Brennstoffzellen, alternative Energieträger*. Berlin: Springer. ISBN 978-3-642-25266-2
- TODSEN, Uwe, 2012. *Verbrennungsmotoren*. München: Hanser. ISBN 978-3-446-41843-1
- WALLENTOWITZ, Henning und Arndt FREIALDENHOVEN, 2012. *Strategien zur Elektrifizierung des Antriebsstranges : Technologien, Märkte und Implikationen*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner. ISBN 978-3-8348-1412-8
- LIEBL, Johannes, LEDERER, Matthias, ROHDE-BRANDENBURGER, Klaus, 2014. *Energiemanagement im Kraftfahrzeug: Optimierung von CO2-Emissionen und Verbrauch konventioneller und elektrifizierter Automobile* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien PDF e-Book. ISBN 978-3-658-04450-3, 978-3-658-04451-0. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-04451-0>.
- HOFMANN, Peter, 2014. *Hybridfahrzeuge: [ein alternatives Antriebskonzept für die Zukunft]* [online]. Wien [u.a.]: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-7091-1780-4. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1780-4>.

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

Keine Anmerkungen

Artificial Intelligence and Automotive Systems

Modulkürzel	IAE_AIAS	SPO-Nr.	11
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Einsetzungstext ist leer!	1, 2
Modulhäufigkeit	only winter term	Moduldauer	1 semester
Modulverantwortliche(r)	Zimmer, Alessandro		
Dozent(in)	Zimmer, Alessandro		
Unterrichtssprache	English	Prüfungssprache	English
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	78 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Artificial Intelligence and Automotive Systems		
Lehrformen des Moduls	SU/Ü - lecture with integrated exercises		
Prüfungsleistungen			
LN - written exam, 90 minutes			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
None			
Voraussetzungen gemäß SPO			
None			
Empfohlene Voraussetzungen			
None			
Angestrebte Lernergebnisse			
After successfully completing the module the students shall be able to - understand the basic principles that lie behind different Artificial Intelligence techniques that can be used in the context of automotive systems. - identify the most suitable Artificial Intelligence techniques to be used in a given scenario. - model a problem of automotive safety using Artificial Intelligence systems. - implement basic intelligent algorithms in Matlab.			
Inhalt			
- Introduction to AI. Problems and search space. Knowledge representation and Pattern Recognition. - AI and Automotive Systems/Automotive Safety Systems. - Theory, concepts and applications of Neural Networks. Neurodynamics, topology of Neural Networks and learning methods. - Fuzzy sets and systems. Modelling of Fuzzy System's Applications. - Concepts of Evolutionary Systems. Genetic Algorithms and optimization problems.			

Literatur
• RUSSELL, Stuart J. und Peter NORVIG, 2021. <i>Artificial intelligence: a modern approach</i>. Hoboken: Pearson. ISBN 978-0-13-461099-3 • MICHELUCCI, Umberto, 2018. <i>Applied deep learning: a case-based approach to understanding deep neural networks</i> [online]. Berkeley, CA: Apress PDF e-Book. ISBN 978-1-4842-3790-8. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3790-8. • SINGH, Himanshu, LONE, Yunis Ahmad, 2020. <i>Deep Neuro-Fuzzy Systems with Python: With Case Studies and Applications from the Industry</i> [online]. Berkeley, CA: Apress PDF e-Book. ISBN 978-1-4842-5361-8. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5361-8. • BUONTEMPO, Frances und Tammy CORON, January 2019. <i>Genetic algorithms and machine learning for programmers: create AI models and evolve solutions</i>. Book version: P 1. Auflage. Raleigh, North Carolina: The Pragmatic Bookshelf. ISBN 978-1-68050-620-4 • ESCALANTE, Hugo Jair, 2018. <i>Explainable and Interpretable Models in Computer Vision and Machine Learning</i> [online]. Cham: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-319-98131-4. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-319-98131-4.
Weitere Anmerkungen/Sonstiges
None

Automotive Control Engineering			
Modulkürzel	IAE_ACE	SPO-Nr.	11
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Einsetzungstext ist leer!	1, 2
Modulhäufigkeit	only winter term	Moduldauer	1 semester
Modulverantwortliche(r)	Gregor, Rudolf		
Dozent(in)	Gregor, Rudolf		
Unterrichtssprache	English	Prüfungssprache	English
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	78 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Automotive Control Engineering		
Lehrformen des Moduls	SU/Ü - lecture with integrated exercises		
Prüfungsleistungen			
schrP90 - written exam, 90 minutes			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
None			
Voraussetzungen gemäß SPO			
None			
Empfohlene Voraussetzungen			
None			
Angestrebte Lernergebnisse			
After successfully completing the module students are able to • analyze and describe systems in time and frequency domain • select and design controllers based on classical control engineering methods (root locus, bode diagram) • model and analyze LTI-systems in state space • design state space controllers for SISO and MIMO-systems using different methods (pole placement, modal control, optimal control) • design observers for LTI-systems • solve simple control tasks for non-linear systems			
Inhalt			
• Repetition of classical control engineering methods • State space representation of linear time invariant systems (SISO and MIMO) • Analysis of system properties (dynamics, stability, (output) controllability, observability) in state space • Calculation of the state transition matrix to solve the state equation • Design of state feedback control (pole placement, modal control, optimal control) to improve system dynamics			

- Design of prefilters and integral action for static accuracy
- Design of state observers
- Representation and analysis of non-linear control systems
- Lab work: Design and test of different types of control systems by use of Matlab-Simulink

Literatur

- GREGOR, Rudolf, KRÄMER, Wolfgang, 2023. *Slides, exercises, supplementary material*. [online]. PDF e-Book.
- BOLTON, William, 2010. *Control engineering*. Harlow u.a.: Prentice Hall. ISBN 978-0-582-32773-3
- BURNS, Roland S., 2001. *Advanced control engineering*. Oxford [u.a.]: Butterworth-Heinemann. ISBN 0-7506-5100-8
- FRANKLIN, Gene F., J. David POWELL und Abbas EMAMI-NAEINI, 2020. *Feedback control of dynamic systems*. Upper Saddle River, NJ [u.a.]: Pearson. ISBN 978-1-292-27452-2, 1-292-27452-2
- DORF, Richard C. und Robert H. BISHOP, 2022. *Modern control systems*. Harlow, United Kingdom: Pearson. ISBN 978-1-292-42235-0

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

None

Automotive Radar Systems

Modulkürzel	IAE_ARS	SPO-Nr.	11
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Einsetzungstext ist leer!	1, 2
Modulhäufigkeit	only winter term	Moduldauer	1 semester
Modulverantwortliche(r)	Botsch, Michael		
Dozent(in)	Talukder, Prodyut		
Unterrichtssprache	English	Prüfungssprache	English
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	78 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Automotive Radar Systems		
Lehrformen des Moduls	11: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen			
LN - written exam, 90 minutes			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
None			
Voraussetzungen gemäß SPO			
Mathematics for Engineers			
Empfohlene Voraussetzungen			
None			
Angestrebte Lernergebnisse			
After successfully completing the module the students are able to - describe and explain fundamentals, system aspects, digital signal processing techniques as well as hardware components of radar; - evaluate practical design issues to assess radar parameters; - evaluate requirements for automotive radar systems; - design mini radars with the help of MATLAB scripts considering the design boundaries; - describe vehicle applications that use radar sensors.			
Inhalt			
- Radar wave propagation - Radar signals and signal processing techniques, information from radar - Detection of signals in noise - Radar clutter: sea, land and weather clutter - Radar system design considerations - Automotive radar examples			

Literatur

- SKOLNIK, Merrill I., 2001. *Introduction to radar systems*. Boston [u.a.]: McGraw-Hill. ISBN 0-07-290980-3, 0-07-118189-X
- RICHARDS, Mark A., 2014. *Fundamentals of radar signal processing*. New York [u.a.]: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-179832-7, 0-07-179832-3
- MAHAFAZA, Bassem R., 2013. *Radar systems analysis and design using MATLAB*. Boca Raton, FL: CRC Press. ISBN 978-1-4398-8495-9, 978-1-62870-701-4
- LUDLOFF, Albrecht, 2002. *Praxiswissen Radar und Radarsignalverarbeitung* [online]. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag PDF e-Book. ISBN 978-3-322-99555-1, 978-3-322-99556-8. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-322-99555-1>.
- WINNER, Hermann, 2015. *Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien PDF e-Book. ISBN 978-3-658-05734-3, 978-3-658-05733-6. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-05734-3>.

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

None

Energiemanagement und Energiespeichersysteme

Modulkürzel	EMS_EMS	SPO-Nr.	11
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Fachwissenschaftliche Wahlpflichtmodule	1, 2
Modulhäufigkeit	nur Wintersemester	Moduldauer	1 Semester
Modulverantwortliche(r)	Schweiger, Hans-Georg		
Dozent(in)	Schweiger, Hans-Georg		
Unterrichtssprache	Deutsch	Prüfungssprache	Deutsch
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	79 h	
	Gesamtaufwand	126 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Energiemanagement und Energiespeichersysteme		
Lehrformen des Moduls	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen			
schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
Keine			
Voraussetzungen gemäß SPO			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse			
Nach erfolgreicher Teilnahme an dem Modul haben Studierende • vertiefte Kenntnis des Aufbaus von Energiespeichersystemen von Hybrid und Elektrofahrzeugen. • vertiefte Kenntnis der wesentlichen Komponenten und Baugruppen von Energiespeichersystemen und deren Eigenschaften. • die Fähigkeit zur Auslegung von Batteriesystemen für die Anwendung im PKW (xHEV, EV) • die Fähigkeit Abusetests von Batteriesystemen zu planen und die Ergebnisse zu bewerten • die Fähigkeit zur Entwicklung von Modellen zur Beschreibung des Klemmverhaltens und der Alterung von Energiespeichersystemen • Parameter von Batterie zu ermitteln, Versuche mit Batterie zu planen und Ergebnisse inkl. der Messgenauigkeit zu bewerten • vertiefte Kenntnis zur Auslegung der Elektrischen Isolation und deren Prüfverfahren • die Fähigkeit zur Entwicklung zur Simulationsmodellen zur Beschreibung von Komponenten und Baugruppen von Energiespeichern und Kenntnis ihrer Grenzen • vertiefte Kenntnis der im Fahrzeug eingesetzten Algorithmen zur Batteriezustandserkennung und zum Energiemanagement und die Fähigkeit Algorithmen Batteriezustandserkennung und zum Energiemanagement zu entwickeln			

- die Befähigung, sich selbständig in ein Thema aus dem Bereich der Energiespeicher einzuarbeiten und die Ergebnisse vor einer Gruppe zu präsentieren

Inhalt

- Testverfahren, Messgenauigkeiten und Normen und Standards von Energiespeichersystemen
- Sicherheit von Energiespeichersystemen und Abusetests
- Elektrische Sicherheit von HV-Systemen
- Aufbau von Energiespeichersystemen für Hybrid- und Elektrofahrzeuge
- Komponenten und Baugruppen von Energiespeichern und Wandlern
- Algorithmen zur Zustandsbestimmung (SOC, SOH, Leistungsprognose) und weitere Softwarefunktionen des BMS
- Simulation (Klemmverhalten, Alterung) von Energiespeichern und Wandler
- Algorithmen für das Energiemanagement im Fahrzeug

Literatur

- JOSSEN, Andreas und Wolfgang WEYDANZ, Februar 2019. *Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen*. Göttingen: Cuvillier Verlag. ISBN 978-3-7369-9945-9, 3-7369-9945-3
- GARCHE, Jürgen und Klaus BRANDT, 2019. *Li-battery safety: electrochemical power sources : fundamentals, systems, and applications*. Amsterdam ; Oxford, UK ; Cambridge, MA: Elsevier. ISBN 978-0-444-63777-2, 0-444-63777-X
- PLETT, Gregory L., Band Volume 1[2015. *Battery management systems*. Boston ; London: Artech House. ISBN 978-1-63081-023-8, 1-63081-023-1
- , . . .
- PLETT, Gregory L., 2015]-. *Battery management systems*. Boston ; London: Artech House.
- WEICKER, Phillip, 2014. *A systems approach to lithium-ion battery management*. Boston, Mass. [u.a.]: Artech House. ISBN 978-1-60807-659-8
- RAHN, Christopher D., WANG, Chao-Yang, 2013. *Battery systems engineering* [online]. Chichester, West Sussex: Wiley PDF e-Book. ISBN 978-1-118-51704-8, 978-1-119-97950-0. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1002/9781118517048>.
- TSCHÖKE, Helmut, GUTZMER, Peter, PFUND, Thomas, 2019. *Elektrifizierung des Antriebsstrangs: Grundlagen - vom Mikro-Hybrid zum vollelektrischen Antrieb* [online]. Berlin: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-662-60356-7. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-60356-7>.

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

Bonuspunkteregelung

max. 5 % der Punkte der Klausur als Bonuspunkte möglich. Details dazu werden in der Vorlesung bekannt gegeben und sind im Foliensatz der 1. Vorlesungstunde schriftlich fixiert. Dieser findet sich hier: <https://moodle.thi.de/course/view.php?id=2320>

Fahrdynamikregelung elektrifizierter Fahrzeuge

Modulkürzel	EMS_MA1	SPO-Nr.	11
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Fachwissenschaftliche Wahlpflichtmodule	1, 2
Modulhäufigkeit	nur Wintersemester	Moduldauer	1 Semester
Modulverantwortliche(r)	Arnold, Armin		
Dozent(in)	Arnold, Armin		
Unterrichtssprache	Deutsch	Prüfungssprache	Deutsch
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	78 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Fahrdynamikregelung elektrifizierter Fahrzeuge		
Lehrformen des Moduls	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen			
schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
Keine			
Voraussetzungen gemäß SPO			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse			
Nach dem Besuch der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, • die fahrdynamisch relevanten Reifeneigenschaften wiederzugeben und zu beurteilen • mit vereinfachten Fahrzeugmodellierungen umzugehen und zu rechnen • das Zusammenspiel von Antrieb(en), Bremse sowie Fahrwerk zu analysieren, d.h. von: ○ Aufhängungsgeometrie (Wankzentrum, Instantzentrum, (Elasto-)Kinematik etc.) ○ Federhärten ○ Schwerpunktlage ○ Differenzialen inklusive Sperrdifferentialen, Torque-Vectoring-Differenzialen • konventionelle ABS-Regelungen zu erklären • konventionelle Fahrdynamikregelungen zu erklären • die Zusatzmöglichkeiten durch Vierradlenkung, Torque-Vectoring und aktive Fahrwerke darzustellen • die Zusatzmöglichkeiten und Schwierigkeiten eines elektrifizierten Antriebsstranges abzuleiten			
Inhalt			
• Reifen und Reifeneigenschaften unter verschiedenen Bedingungen (Sturz, Normalkraft, kombinierte Längs-- und Querkräfte, Kamm'scher Kreis und dessen Anwendung)			

- Fahrzeugmodell (Einspur- und Zweispurmodell)
- Beeinflussung des Fahrverhaltens durch übliche Vorgehensweisen:
 - Fahrwerk: Roll- und Instantzentrum
 - Federhärten
 - Schwerpunktage
 - Verteilung von Antriebs- und Bremsmomenten
- ABS
- konventionelle Fahrdynamikregelungen
- Torque Vectoring
- zusätzliche Möglichkeiten und auch Probleme durch Elektroantriebe

Literatur

- REIMPELL, Jörn und Jürgen W. BETZLER, 2005. *Fahrwerktechnik: Grundlagen: Fahrwerk und Gesamtfahrzeug, Radaufhängungen und Antriebsarten, Achskinematik und Elastokinematik, Lenkanlage - Federung - Reifen, Konstruktions- und Berechnungshinweise*. Würzburg: Vogel Buchverlag. ISBN 978-3-8343-6147-9, 978-3-8343-3031-4
- HANEY, Paul, 2012. *The racing & high-performance tire: using the tires to tune for grip and balance*. Dallas, Tex. [u.a.]: InfoTire [u.a.]. ISBN 0-9646414-2-9, 978-0-7680-12415
- GENTA, Giancarlo und Lorenzo MORELLO, . *The automotive chassis*. [Dordrecht]: Springer Netherland.

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

Keine Anmerkungen

Integrated Safety and Assistance Systems

Modulkürzel	IAE_ISAS	SPO-Nr.	11
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Einsetzungstext ist leer!	1
Modulhäufigkeit	only winter term	Moduldauer	1 semester
Modulverantwortliche(r)	Botsch, Michael		
Dozent(in)	Botsch, Michael; Dirndorfer, Tobias		
Unterrichtssprache	English	Prüfungssprache	English
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	78 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Integrated Safety and Assistance Systems		
Lehrformen des Moduls	Einsetzungstext ist leer!		
Prüfungsleistungen			
schrP90 - written exam, 90 minutes			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
None			
Voraussetzungen gemäß SPO			
None			
Empfohlene Voraussetzungen			
None			
Angestrebte Lernergebnisse			
After successfully completing the master's thesis, students are able to - to explain basic vehicle components that are required for driver assistance systems and for vehicle integrated safety functions. - to analyze and evaluate state of the art driver assistance systems. - to describe testing procedures that are used for vehicle active safety functions. - to explain mathematically the concepts for motion planning that are used in algorithms for driver assistance systems and integrated safety functions. - to implement basic trajectory planning algorithms in Matlab.			
Inhalt			
- introduction to IS & DAS - examples of driver assistance and integrated vehicle safety systems: parking systems, adaptive cruise control, autonomous emergency braking - position and orientation: pose, representing pose in 2-D and in 3-D - time and motion: generation of trajectories, rate of change and inverse problem - vehicle motion models: decoupled X- and Y-dynamics, constant velocity model, constant steering angle and velocity model, constant turn rate and acceleration model, one-track model, two-track model			

- navigation and localization

Literatur

- KELLY, Alonzo, 2013. *Mobile robotics: mathematics, models, and methods*. New York, NY: Cambridge Univ. Press. ISBN 978-1-107-03115-9
- HEISSING, Bernd, ERSOY, Metin, 2016. *Chassis handbook: fundamentals, driving dynamics, components, mechatronics, perspectives* [online]. Wiesbaden: Vieweg+Teubner PDF e-Book. ISBN 978-3-663-20519-7.
- WINNER, Hermann, HAKULI, Stephan, LOTZ, Felix, SINGER, Christina, 2019-. *Handbook of Driver Assistance Systems: Basic Information, Components and Systems for Active Safety and Comfort* [online]. Cham: Springer International Publishing PDF e-Book. ISBN 978-3-319-09840-1. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-09840-1>.
- BOTSCH, Michael, UTSCHICK, Wolfgang, 2020. *Fahrzeugsicherheit und automatisiertes Fahren: Methoden der Signalverarbeitung und des maschinellen Lernens* [online]. PDF e-Book. ISBN 978-3-446-46804-7.

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

No remarks.

Leistungselektronische Systeme und Energienetze

Modulkürzel	EMS_LSE	SPO-Nr.	11
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Fachwissenschaftliche Wahlpflichtmodule	1, 2
Modulhäufigkeit	nur Wintersemester	Moduldauer	1 Semester
Modulverantwortliche(r)	Pforr, Johannes		
Dozent(in)	Pforr, Johannes		
Unterrichtssprache	Deutsch	Prüfungssprache	Deutsch
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	78 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Leistungselektronische Systeme und Energienetze		
Lehrformen des Moduls	11: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen			
schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
Keine			
Voraussetzungen gemäß SPO			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse			
Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, • die wesentlichen Anwendungen von Leistungselektronik in mobilen Systemen zu erinnern • das Funktionsprinzips leistungselektronischer Wandler zu verstehen • die Entstehung elektromagnetischer Störungen und deren Ausbreitung in den Energienetzen zu verstehen • Methoden zu modellbasierten Dimensionierung der Halbleiter, der Induktivitäten und der Kapazitäten in leistungselektronischen Wandlern anzuwenden, um die Komponenten optimal für einen gegebenen Wandler unter Berücksichtigung gegebener Anforderungen aufeinander abzustimmen • Methoden zur Modellierung leistungselektronischer Wandler zu verstehen und auf gegebene Problemstellungen anzuwenden • das stationäre und das dynamische Verhalten leistungselektronischer Wandler mit Hilfe von Modellen zu analysieren und zu bewerten • die unterschiedlichen Modelle leistungselektronischer Wandler für gegebene Problemstellungen zu bewerten, um geeignete Modell auszuwählen • aus den erlernten Methoden zur Modellierung leistungselektronischer Wandler modifizierte Methoden zu entwickeln, um neue Phänomene zu berücksichtigen			

Inhalt
• Aufbau und Struktur elektrischer Energienetze im Kraftfahrzeug • Funktionsprinzip automobiler leistungselektronischer Wandler • Modellierung des Schaltverhaltens von Halbleitern in leistungselektronischen Wandlern • Entstehung von Hochfrequenzstörungen und die Ausbreitung auf den elektrischen Energienetzen sowie die Funktionsweise von Filtern • Methoden zur Auslegung von Bauelementen für leistungselektronische Wandler • Methoden zur Entwicklung stationärer und dynamischer Modelle unregelter und geregelter leistungselektronischer Wandler sowie Groß- und Kleinsignalersatzschaltbilder • Methoden zur Regelung geschalteter Wandler • Einfluss der EMV Filter auf das regelungstechnische Verhalten leistungselektronischer Wandler • Betriebsstrategien leistungselektronischer Wandler in Kraftfahrzeugen und mobilen Systemen • Gegenseitige Beeinflussung von mehreren leistungselektronischen Wandlern in elektr. Energienetzen
Literatur
Wird zu Beginn bekannt gegeben
Weitere Anmerkungen/Sonstiges
Keine Anmerkungen

Modellierung komplexer Systeme

Modulkürzel	EMS_MKS	SPO-Nr.	11
Zuordnung zum Curriculum	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Automatisiertes Fahren und Fahrzeugsicherheit	Fachwissenschaftliche Wahlpflichtmodule	1, 2
Modulhäufigkeit	nur Wintersemester	Moduldauer	1 Semester
Modulverantwortliche(r)	Schiele, Thomas		
Dozent(in)	Schiele, Thomas		
Unterrichtssprache	Deutsch	Prüfungssprache	Deutsch
Leistungspunkte / SWS	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand	Kontaktstunden	47 h	
	Selbststudium	78 h	
	Gesamtaufwand	125 h	
Lehrveranstaltungen des Moduls	Modellierung komplexer Systeme		
Lehrformen des Moduls	11: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen			
schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten			
Weitere Angaben zu den Prüfungsleistungen			
Keine			
Voraussetzungen gemäß SPO			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse			
Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - gekoppelte Systeme (elektrisch, mechanisch, hydraulisch) zu analysieren und eigenständig in mathematisch/physikalische Modellansätze aus gewöhnlichen linearen und nichtlinearen Differentialgleichungen zu überführen - die Ergebnisse gekoppelter Simulationen auf Plausibilität zu prüfen und auf Basis realer Messdaten die Systemparameter zu bewerten und einfache Parameteroptimierungen durchzuführen, um die Modellqualität zu verbessern - die Ergebnisse der Simulation durch geeignete Methoden zu visualisieren und anhand der Darstellungen die physikalischen Effekte der betrachteten Systeme zu erklären - erweiterte Methoden der Modellierungsumgebung Matlab/Simulink anzuwenden und für die Erstellung gekoppelter Modelle einzusetzen - reale Regelkreise als Simulationsmodelle abzubilden und eine Vorauslegung der Reglerparameter durch modellbasierte Methoden vorzunehmen - Grenzen modellbasierter Methoden einzuschätzen u. Fehlerquellen bei der Simulation zu identifizieren. - geeignete Ansätze zu entwickeln, um die Parameter komplexer Modelle durch geeignete Systemanalyse zu ermitteln			

Inhalt

- Aufstellen von gewöhnlichen Differentialgleichungen und Differentialgleichungssystemen für reale (teilweise gekoppelte) physikalische Systeme
- Betrachtung nichtlinearer Systeme und Abbildung von Nichtlinearitäten in mathematischen Modellen
- einfache Beispiele für thermodynamische und hydraulische Systeme
- mechanische Modellierung mit dem Fokus auf der Anwendung im Fahrzeug
- Modellierung elektrischer und geregelter Systeme
- modellbasierte Reglervorauslegung in Matlab/Simulink
- Parametrierung, Parameteroptimierung und Verifikation von Modellen
- Visualisierung von Mess- und Simulationsdaten
- erweiterte Möglichkeiten von Matlab/Simulink (Parameteroptimierung, Entwicklung eigener Toolboxes, Datenhandling, maskierte Subsysteme, ...)
- Auswahl und Festlegung geeigneter Solver und deren Einstellungen für die numerische Lösung von Differentialgleichungsproblemen

Literatur

- SCHERF, Helmut E., 2010. *Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme: eine Sammlung von Simulink-Beispielen*. München: Oldenbourg. ISBN 978-3-486-59655-7, 3-486-58277-1
- SCHRAMM, Dieter, Manfred HILLER und Roberto BARDINI, 2013. *Modellbildung und Simulation der Dynamik von Kraftfahrzeugen*. Berlin [u.a.]: Springer Vieweg. ISBN 978-3-642-33887-8, 978-3-642-33888-5
- GLÖCKLER, Michael, 2014. *Simulation mechatronischer Systeme: Grundlagen und technische Anwendung* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien PDF e-Book. ISBN 978-3-658-05383-3, 978-3-658-05384-0. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-658-05384-0>.
- ANGERMANN, Anne, BEUSCHEL, Michael, RAU, Martin, WOHLFARTH, Ulrich, 2011. *MATLAB, Simulink, Stateflow: Grundlagen, Toolboxes, Beispiele* [online]. München: Oldenbourg PDF e-Book. ISBN 978-3-486-71993-2, 978-3-486-70585-0. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1524/9783486719932>.

Weitere Anmerkungen/Sonstiges

Keine Anmerkungen