



Modulhandbuch

Teil D: Technische Hochschule Ingolstadt

*Applied Research in Engineering Sciences
(Master – SPO 2014)*

Wintersemester 2018/19

(Stand: 04.10.2018)

Inhaltsverzeichnis

1. Module und Prüfungsleistungen des Masterstudiengangs Applied Research in Engineering Sciences	3
2. Fachspezifische Vertiefungsrichtungen	5
2.1. Fachspezifische Lehrmodule der Vertiefungsrichtung: Computer Science (1)	6
2.2. Fachspezifische Lehrmodule der Vertiefungsrichtung: Electronic and mechatronic Systems (2)	34
2.3. Fachspezifische Wahlpflichtmodule 4 (FWPF 4 – HÜ)	57
2.4. Interdisziplinäre Module	57
2.4.1. IWPF 1	57
2.4.2. Forschungsmethoden und –strategien (FM & S - HÜ)	57
2.5. Forschungsmodule	58

1. Module und Prüfungsleistungen des Masterstudiengangs Applied Research in Engineering Sciences

Anlage 1 (für Studierende, die das Studium ab dem WS 2014/15 beginnen)

Module und Prüfungsleistungen des Masterstudiengangs Applied Research in Engineering Sciences

1	2	3	4	5	6		7	8
Nr.		SWS	LP	Art der LV	Prüfungen		Bewertung der Prüfungsleistung	Ergänzende Regelungen
					Art	Dauer in Min		
Lehrmodule								
1	Fachspezifische Lehrmodule							
1.1	FWPF 1	4	5	SU, Ü, Pr, S	schrP / mündl.P/ Koll./ Aus	90 – 150 / 15 – 45 / 30	Note	1), 2), 3)
1.2	FWPF 2	4	5	SU, Ü, Pr, S	schrP / mündl.P/ Koll./ Aus	90 – 150 / 15 – 45 / 30	Note	1), 2), 3)
1.3	FWPF 3	4	5	SU, Ü, Pr, S	schrP / mündl.P/ Koll./ Aus	90 – 150 / 15 – 45 / 30	Note	1), 2), 3)
1.4	FWPF 4 (HÜ)	6	6	SU, Ü, Pr, S	schrP / mündl.P/ Koll./ Aus	90 – 150 / 15 – 45 / 30	Note	2), 4)
2	Interdisziplinäre Lehrmodule							
2.1	IWPF 1	4	5	SU, Ü, Pr, S	schrP / mündl.P/ Koll./ Aus	90 – 150 / 15 – 45 / 30	Note	1), 2), 3)
2.2	FM&S Forschungsmethoden und – Strategien (HÜ)	6	6	SU, Ü, Pr, S	schrP / mündl.P/ Koll./ Aus	90 – 150 / 15 – 45 / 30	Note	2), 4)
Forschungsmodule								
3	Projekt 1							6)
	3.1 Projektarbeit 1	10	12	Pro	Koll / Bericht	---	Note	
	3.2 Projektseminar 1	2	2	S	Ref		m.E./o.E	5)
4	Projekt 2							6)
	4.1 Projektarbeit 2	10	12	Pro	Koll / Bericht	---	Note	
	4.2 Projektseminar 2	2	2	S	Ref		m.E./o.E	5)
Abschlussarbeit								
5	Abschlussarbeit							6)
	5.1 Masterarbeit	--	28	MA	Koll/Bericht	---	Note	

	5.2 Masterseminar	2	2	S	Ref		m.E./o.E.	5)
SWS / Leistungspunkte insgesamt		54	90					

Erläuterungen:

- 1) Die Module FWPF 1, FWPF 2, FWPF 3 und IWPF 1, im Gesamtumfang von mindestens 20 ECTS Punkten, sind aus dem Katalog in der Anlage zum Studienplan bzw. gemäß der Festlegung der anbietenden Hochschule/Universität mit Studienbeginn zu wählen. Deren Zuordnung zu den Kategorien FWPF 1 – 3 bzw. IWPF 1 sind im Studienplan bzw. gemäß der Festlegung der anbietenden Hochschule/Universität geregelt.
- 2) Die tatsächliche Art der Lehrveranstaltung, sowie Prüfungsart und -dauer usw. sind dem Modulhandbuch der anbietenden Hochschule zu entnehmen.
- 3) Die angegebenen ECTS-Punkte sind Mindestwerte und können aus mehreren zugelassenen Wahlpflichtmodulen gebildet werden. Anstelle der FWPF 1, FWPF 2 und FWPF 3 können auch ein oder zwei größere Module mit einem Gesamtumfang von mindestens 15 ECTS erbracht werden. Näheres regelt der Studienplan
- 4) Die WPF-Modulgruppen FWPF 4 (HÜ) und FM&S (HÜ) werden hochschulübergreifend und in der Regel als Blockveranstaltung angeboten. Näheres regelt der Studienplan.
- 5) Bestehenserblich für die Masterprüfung
- 6) Mindestens eines der beiden Forschungsmodule 3 / 4 oder die Abschlussarbeit müssen in Englischer Sprache erbracht werden.

Nachfolgend finden Sie den nach fachspezifischen Vertiefungsrichtungen sortierten Katalog der an der THI angebotenen Module.

Nähere bzw. detaillierte Informationen zu den einzelnen Modulen erhalten Sie im Studienplan / Modulhandbuch des jeweiligen Import-Studienganges in Moodle.

Link zur Moodle-Plattform: <https://moodle.thi.de/moodle/>

2. Fachspezifische Vertiefungsrichtungen

Bezeichnung der fachspezifischen Vertiefungsrichtung	Nummer und Abkürzung
Computer Science	Nr. 1 Abk. CS
Electronic and mechatronic Systems	Nr. 2 Abk. EM

2.1. Fachspezifische Lehrmodule der Vertiefungsrichtung: Computer Science (1)

Modul	SWS	ECTS	Import aus MA-Studiengang	Prüfungsart
Fachspezifische Lehrmodule 1-3 (FWPF 1-3)				
Komplexität von Algorithmen und deren Optimierung	4	5	Informatik (Fakultät EI)	schrP. 90 Min
Implementierung von Informationssystemen	4	5	Informatik (Fakultät EI)	prA/Studienarbeit
IT-Integrations- und Migrationstechnologien	4	5	Informatik (Fakultät EI)	schrP. 90 Min.
Software-Technik für sicherheitskritische Systeme	4	5	Informatik (Fakultät EI)	mdIP. 30 Min
Normen und Prozesse zur Entwicklung sicherheitskritischer Systeme	4	5	Informatik (Fakultät EI)	schrP. 90 Min.
Software-Engineering für skalierbare Anwendungen	4	5	Informatik (Fakultät EI)	schrP. 90 Min.
Architektur- und Entwurfsmuster der Softwaretechnik	4	5	Informatik (Fakultät EI)	schrP. 90 Min
Angewandte Logik für Modellierung und Verifikation	4	5	Informatik (Fakultät EI)	schrP. 90 Min
Sicherheit moderner Netzwerke	4	5	Informatik (Fakultät EI)	schrP. 90 Min.
Security-Engineering in der IT	4	5	Informatik (Fakultät EI)	mdIP. 30 Min
Computer-Forensik	4	5	Informatik (Fakultät EI)	prakt.Arb./Studienarb.
Daten-Management und –Analyse	4	5	Informatik (Fakultät EI)	mdIP. 30 Min
Hochleistungs-Datenhaltungs-Systeme	4	5	Informatik (Fakultät EI)	schrP. 90 Min.
Enterprise-Architecture-Management	4	5	Informatik (Fakultät EI)	mdIP. 30 Min.

Da die Durchführung der Module von den Ressourcen der Fakultäten einerseits und der studentischen Nachfrage andererseits abhängt, besteht kein Anspruch darauf, dass immer alle Module angeboten werden. In solch einem Fall sind von den Studierenden ersatzweise andere Module zu wählen (§6 SPO).

Komplexität von Algorithmen und deren Optimierung			
Modulkürzel:	AR_KAO	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Informatik - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Schmidt, Ulrich		
Dozent(in):	AR_KAO: Schmidt, Ulrich		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Komplexität von Algorithmen und deren Optimierung		
Lehrformen des Moduls:	AR_KAO: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Gute Kenntnisse der Programmiersprache Java			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, Algorithmen hinsichtlich ihrer asymptotischen Komplexität zu klassifizieren und kostenoptimale Algorithmen für parallele Rechnerarchitekturen zu entwickeln und zu implementieren.			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Asymptotisches Wachstum von Funktionen • Klassifizierung von Funktionen mit Landau- und Hardy-Operatoren • Analyse iterativer Algorithmen • Analyse rekursiver Algorithmen • Klassifikation paralleler Rechnerarchitekturen • Daten- und Task-Parallelismus • Parallele Programmierung mit Java Streams und dem Fork-/Join-API • Parallele Programmierung mit OpenCL und Aparapi 			
Literatur:			
<p><i>Empfohlen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • MILLER, Russ und Laurence BOXER, 2012. <i>Algorithms sequential & parallel</i>. 3. Auflage. ISBN 978-1133366805 • RAUBER, Thomas und Gudula RUENGER, 2013. <i>Parallel Programming for Multicore and Cluster Systems</i>. 2. Auflage. ISBN 978-3642378003 • PATTERSON, David A. und John L. HENNESSY, 2013. <i>Computer Organization and Design</i>. 5. Auflage. ISBN 978-0124077263 • HENNESSY, John L. und David A. PATTERSON, 2011. <i>Computer Architecture - A Quantitative Approach</i>. 5. Auflage. ISBN 978-0123838728 • MUNSHI, Aaftab und andere, 2012. <i>OpenCL programming guide</i>. Boston [u.a.]: Addison-Wesley. ISBN 978-0-321-74964-2, 0-321-74964-2 			

- KAELI, David und andere, 2015. *Heterogeneous Computing with OpenCL 2.0*. 3. Auflage. ISBN 978-0128014141

Implementierung von Informationssystemen			
Modulkürzel:	AR_IIS	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Informatik - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Stiehl, Volker		
Dozent(in):	AR_IIS: Stiehl, Volker		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Implementierung von Informationssystemen		
Lehrformen des Moduls:	AR_IIS: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	prA - praktische Arbeit/Studienarbeit		
	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklungsumgebung(en), Software-Werkzeuge, -Frameworks und Programmiersprachen werden zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben und sind für die Teilnehmer verpflichtend. Einzelne Themengebiete werden von Teilnehmern einzeln oder in Kleingruppen vorbereitet und ggf. im Plenum in Kurzvorträgen vorgestellt. 		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Fortgeschrittene Java-Kenntnisse; grundlegende Kenntnisse über betriebswirtschaftliche Anwendungssysteme und Geschäftsprozesse			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach dem Besuch der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> wesentliche Denkansätze und Konzepte für verteilte, mehrschichtige Anwendungssysteme zu benennen und diese im Detail zu erklären Methoden des Software-Engineerings für verteilte, mehrschichtige Anwendungssysteme zu beschreiben und sie effektiv anzuwenden eine professionelle Arbeitsumgebung für die Softwareentwicklung aufzusetzen und einen gemeinsamen Code unterschiedlichster Sprachen in einem Versionierungssystem zu verwalten Software-Architekturen für verteilte, mehrschichtige Anwendungssysteme zu entwerfen, zu bewerten und diese einzusetzen Persistenzmechanismen für verschiedene Anwendungsfälle der Datenhaltung einzuschätzen und diese in einem konkreten Projektkontext zu implementieren die Bedeutung prozessgesteuerter Anwendungssysteme zu interpretieren und Prozesse auf Basis BPMN zu implementieren verschiedenste Möglichkeiten verteilter Methodenaufrufe und Serviceimplementierungstechnologien zu beschreiben, sie in konkreten Projektsituationen anzuwenden und deren Einsatz in der jeweiligen Projektsituation zu beurteilen unterschiedlichste Datenaustauschformate zwischen Client und Server zu erklären, diese mit den jeweiligen Client- bzw. Servertechnologien zu verarbeiten und deren Einsatz für verschiedenste Anwendungsfälle zu bewerten 			

- die Bedeutung von Messaging/Integration/Enterprise Integration Patterns in prozessgesteuerten Anwendungssystemen zu erläutern und sie zur Lösung von Integrationsproblemen zielgerichtet anzuwenden
- während der gesamten Veranstaltungsdauer unter freier Zeiteinteilung in Teams an der Lösung eines selbstgewählten komplexen fachlichen Problems zu arbeiten und Arbeitsergebnisse zu präsentieren

Inhalt:

- Professionelle Arbeitsumgebung in der Software-Entwicklung, einschl. Quellcode-Versionsverwaltung
- Software-Architekturen verteilter, mehrschichtiger Informationssysteme
- Methodik zur Erstellung prozessgesteuerter Anwendungssysteme
- Prozessimplementierungen auf Basis BPMN
- Datenaustauschformate zwischen Client und Server: XML vs. JSON
- Verteilte Methodenaufrufe und Serviceimplementierungstechnologien (SOAP-Webservices vs. REST-Webservices)
- Persistenzmechanismen für verschiedene Anwendungsfälle der Datenhaltung (JDBC vs. JPA)
- Messaging, Integration und Enterprise Integration Patterns

Literatur:*Verpflichtend:*

- STIEHL, Volker, 2013. *Prozessgesteuerte Anwendungen entwickeln und ausführen mit BPMN: wie flexible Anwendungsarchitekturen wirklich erreicht werden können*. 1. Auflage. Heidelberg: dpunkt-Verl.. ISBN 978-3-86490-007-5, 3-86490-007-7

Empfohlen:

- FREUND, Jakob und Bernd RÜCKER, 2017. *Praxishandbuch BPMN: mit Einführung in CMMN und DMN*. 5. Auflage. München: Hanser. ISBN 978-3-446-45054-7, 3-446-45054-8
- SILVER, Bruce, 2016. *DMN method and style: the practitioner's guide to decision modeling with business rules*. Altadena, CA: Cody-Cassidy Press. ISBN 978-0-9823681-5-2
- SILVER, Bruce, 2012. *BPMN, Methode und Stil: mit dem BPMN Handbuch für die Prozessautomatisierung*. 2. Auflage. Aptos, Calif.: Cody-Cassidy Press. ISBN 978-0-9823681-2-1, 0-9823681-2-7
- STIEHL, Volker, 2013. *Prozessgesteuerte Anwendungen entwickeln und ausführen mit BPMN: wie flexible Anwendungsarchitekturen wirklich erreicht werden können*. 1. Auflage. Heidelberg: dpunkt-Verl.. ISBN 978-3-86490-007-5, 3-86490-007-7

IT-Integrations- und Migrationstechnologien			
Modulkürzel:	AR_ITIM	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Informatik - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Hafenrichter, Bernd		
Dozent(in):	AR_ITIM: Hafenrichter, Bernd		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	IT-Integrations- und Migrationstechnologien		
Lehrformen des Moduls:	AR_ITIM: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Erfahrung in grundlegenden Technologien (XML, Datenbanken, Rest und Java)			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Notwendigkeit von Integration und Migration zu beurteilen • grundlegende Integrationsarten und Integrationsmuster einzuschätzen • die Architektur einer Integrationssoftware und die wesentlichen Bestandteile zu erläutern • Muster für die Integration von Systemen einzuschätzen und zu implementieren • typische Protokolle und Standards aus verschiedenen Industriebereichen einzuordnen und zu erklären • die Integration relevante Standards zu beschreiben • grundlegende Begriffe und die Notwendigkeit der Migration wiederzugeben • Methoden und Techniken der Softwaremigration anzuwenden 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Einleitung <ul style="list-style-type: none"> ○ Ausgangssituation ○ Heterogene Systemlandschaften <p>Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Integrationsarten ○ Integrationsarchitektur <p>Enterprise Service Bus</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Integration Architecture Blueprint ○ Enterprise Integration Patterns <p>Architektur</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Kopplungsarchitektur ○ Lose Kopplung in verteilten Systemen ○ Transaktionen 			

Technische Standards

- WS-Transaction
- WS-Security
- WS-Reliable Messaging

Industriestandards

- Gesundheitswesen
- eCommerce

Migration

- Definition
- Migrationsprozesse
- Methoden und Techniken der Software Migration
- Fallstudien

Literatur:

- Harry Sneed: "Softwaremigration in der Praxis: Übertragung alter Softwaresysteme in eine moderne Umgebung (Wirtschaftsinformatik)", dpunkt.verlag
- Daniel Liebhart, Guido Schmutz, Marcel Lattmann, Markus Heinisch, Michael Könings, Mischa Kölliker, Perry Pakull, Peter Welkenbach : "Integration Architecture Blueprint: Leitfaden zur Konstruktion Integrationslösungen", Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG
- Gregor Hohpe, Bobby Woolf: "Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions", Addison Wesley
- Stefan Conrad, Wilhelm Hasselbring, Arne Koschel, Roland Tritsch: "Enterprise Application Integration: Grundlagen - Konzepte - Entwurfsmuster - Praxisbeispiele"

Software-Technik für sicherheitskritische Systeme			
Modulkürzel:	AR_STSS	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Informatik - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Festag, Andreas		
Dozent(in):	AR_STSS: Festag, Andreas		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Software-Technik für sicherheitskritische Systeme		
Lehrformen des Moduls:	AR_STSS: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	mdIP - mündliche Prüfung 30 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
fundierte Programmierkenntnisse, Kenntnisse bei der Modellierung von SW mit UML, Kenntnisse bei der Programmierung von verteilten und auch reaktiven Systemen			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage,			
<ul style="list-style-type: none"> • ihre erworbenen vertieften Kenntnisse im Bereich der Qualitätssicherung (insbesondere bezüglich der Qualitätsaspekte Safety und Security) auf komplexe, sicherheitskritische Software anzuwenden (z.B. eingebettete Systeme). • die Zuordnung von Qualitätssicherungsmaßnahmen zu verschiedenen Phasen des Softwareentwicklungsprozesses wiederzugeben und diese Maßnahmen in konkreten Problemstellungen anzuwenden 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> ○ Grundlagen zur Programmierung sicherheitskritischer Systeme (z.B. Parallele Programmierung, hardwarenahe Programmierung, Echtzeitsysteme) ○ Grundlagen zu Modellierungstechniken ○ Grundlagen zu IT-Sicherheit • Qualitätssicherung in den Entwicklungsphasen <ul style="list-style-type: none"> ○ Define ○ Design ○ Develop ○ Deploy ○ Maintain • Software Management / Querschnittsprozesse / Security Development Lifecycle • Anwendungsbeispiele 			
Literatur:			
<i>Empfohlen:</i>			

- LIGGESMEYER, Peter, 2002. *Software-Qualität: Testen, Analysieren und Verifizieren von Software*. Heidelberg [u.a.]: Spektrum Akad. Verl.. ISBN 3-8274-1118-1
- PEZZE, Mauro und Michael YOUNG, 2009. *Software testen und analysieren*.
- SCHAEUFFELE, Jörg und Thomas ZURAWKA, 2006. *Automotive Software Engineering*. 3. Auflage.

Normen und Prozesse zur Entwicklung sicherheitskritischer Systeme			
Modulkürzel:	AR_NPES	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Informatik - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Gold, Robert		
Dozent(in):	AR_NPES: Gold, Robert		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Normen und Prozesse zur Entwicklung sicherheitskritischer Systeme		
Lehrformen des Moduls:	AR_NPES: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Software Engineering			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normen und Prozesse zur Entwicklung sicherheitskritischer Systeme zu beschreiben, im Detail zu erklären und auf bisher unbekannte Anwendungsfälle anzuwenden <ul style="list-style-type: none"> ○ Zuverlässigkeitsanalysen durchführen ○ Die Normen IEC 61508, ISO 26262, ED-12C/DO-178C kennen und anwenden ○ Funktionale Sicherheitskonzepte und Sicherheitsnachweise erstellen ○ Verfahren zur Überwachung und Diagnose von Systemen kennen und anwenden ○ Spezielle Software-Prüfmethoden in der Entwicklung sicherheitskritischer Software kennen und anwenden • Normen und Prozesse zur Entwicklung sicherheitskritischer Systeme in der Software-Architektur, im Software-Design einzusetzen • zu verstehen, dass unsere Gesellschaft zu Recht hohe Ansprüche an das Verhalten von Informatikern stellt, welches stets im Einklang mit den sozialen und ethischen Werten unserer Gesellschaft zu sein hat • aufgrund von Erfahrungen in praktischen Anwendungen zu wissen, wo und wie kommerzielle, soziale und ethische Erwägungen, zum Teil widerstreitend, den Alltag des professionellen Informatikers bestimmen. • nachzuvollziehen, dass die Umsetzung von Sicherheitsrichtlinien nur gewährleistet werden kann, wenn deren Einhaltung in allen Phasen des Lebenszyklus von IT-Systemen explizit beachtet wird - sie können einschlägige Methoden und Engineering-Werkzeuge anwenden, welche dies sicherstellen. • wesentliche Normen und Gesetze, die die Produktsicherheit regeln, zu beschreiben und können deren Einhaltung durch den Einsatz entsprechender Methoden sicherstellen. • Safety-Risikoanalysen von IT-Systemen durchzuführen • mittels der nötigen Grundlagen und einem ausgebildeten Abstraktionsvermögen, sich selbstständig in neue unbekannte Fachgebiete und komplexe Problemstellungen einzuarbeiten 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Grundbegriffe 			

- Sicherheit
- Zuverlässigkeit und Ausfallrate
- Zuverlässigkeitswachstumsmodelle
- Gefährdungs- und Risikoanalyse
 - IEC 61508
 - ISO 26262 (Risikoparameter und ASIL, Dekomposition)
- Die automotive Sicherheitsnorm ISO 26262
 - Teile der ISO 26262
 - Sicherheitslebenszyklus
 - Funktionale Sicherheitsanforderungen
 - Sicherheitsnachweis
 - Anforderungen an die Software-Entwicklung
- Die Luftfahrtnorm ED-12C/DO-178C
 - Einführung
 - Software Considerations in Airborne Systems
- Überwachung und Diagnose von Systemen
 - Verfahren zur Fehlererkennung
 - Fehlerbehandlung
 - Ablaufüberwachung (Kontrollflussgraphen, CFCSS, CFEDC)
 - Diversität (Arten von Diversität, Versagenswahrscheinlichkeit)
- Prüfung von Software
 - Überblick
 - Statische Analyse (MISRA-C, abstrakte Interpretation / PolySpace)

Literatur:

Empfohlen:

- BÖRCSÖK, Josef, 2015. *Funktionale Sicherheit: Grundzüge sicherheitstechnischer Systeme*. 4. Auflage. Berlin ; Offenbach: VDE Verlag GmbH. ISBN 978-3-8007-3819-9, 978-3-8007-3590-7
- EHRENBERGER, Wolfgang, 2002. *Software-Verifikation: Verfahren für den Zuverlässigkeitsnachweis von Software*. München [u.a]: Hanser. ISBN 3-446-21624-3
- GEBHARDT, Vera, Gerhard M. RIEGER und Jürgen MOTTOK, 2013. *Funktionale Sicherheit nach ISO 26262: ein Praxisleitfaden zur Umsetzung*. 1. Auflage. Heidelberg: dpunkt-Verl.. ISBN 978-3-89864-788-5, 3-89864-788-9
- ROSS, Hans-Leo, 2014. *Funktionale Sicherheit im Automobil: ISO 26262, Systemengineering auf Basis eines Sicherheitslebenszyklus und bewährter Managementsysteme*. München [u.a.]: Hanser. ISBN 978-3-446-43632-9, 3-446-43632-4
- SCHÄUFFELE, Jörg und Thomas ZURAWKA, 2013. *Automotive Software Engineering: Grundlagen, Prozesse, Methoden und Werkzeuge effizient einsetzen*. 5. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-8348-2469-1, 978-3-8348-2470-7

Software-Engineering für skalierbare Anwendungen			
Modulkürzel:	AR_SESA	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Informatik - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Regensburger, Franz		
Dozent(in):	AR_SESA: Regensburger, Franz		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Software-Engineering für skalierbare Anwendungen		
Lehrformen des Moduls:	AR_SESA: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
	<p>Für die Vorlesung sind folgende Grundlagen wünschenswert</p> <ul style="list-style-type: none"> • Theoretische Grundlagen und praktische Erfahrung im Umgang mit klassischen relationalen Datenbanksystemen wie etwa PostgreSQL oder MySQL • Grundkenntnisse in der Anwendung von Methoden der deskriptiven und induktiven Statistik (Hypothesentests, Regressionsanalyse, Normalverteilung, Modelldiagnose). <p>Bei Bedarf werden oben erwähnte Grundlagen kurz in der Vorlesung wiederholt. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass die Teilnehmer eventuell bestehende Kenntnislücken selbständig schließen. Die dazu erforderliche Literatur kann der Modulbeschreibung entnommen werden.</p>		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Aus dem bereits absolvierten Bachelor-Studiengang sollten folgende Grundlagen vorhanden sein: Relationale Datenbanksysteme, Netzwerktechnik (TCP/IP) Stack, Client/Server-Modell, Programmiersprachen (Java, Python), Revision Control (Mercurial oder Git), Statistik (Lineare Regressionsrechnung, Verteilungen, Hypothesentests), Grundkenntnisse in Linux (Installation und Konfiguration von Programmen, Arbeiten auf der Kommandozeile).			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Nach dem Besuch des Moduls			
<ul style="list-style-type: none"> • kennen die Studierenden grundlegende Technologien, die die Basis bilden für Datenhaltungs- und Analysensysteme, welche Datenmengen jenseits der Terabyte-Grenze speichern und bearbeiten können. • verstehen die Studierenden, dass derartig große Datenmengen mit ausschließlich vertikal skalierenden Systemen nicht beherrscht werden können, und lediglich horizontal skalierende Ansätze erfolgversprechend sind. • kennen die Studierenden unterschiedliche Ausprägungen des verteilten Rechnens, kennen deren wesentliche Eigenschaften und können die Stärken- und Schwächen der einzelnen Varianten benennen. • sind die Studierenden in der Lage, abhängig von der Problemstellung, eine geeignete Ausprägung des verteilten Rechnens auszuwählen. • kennen die Studierenden verteilte Algorithmen, deren Struktur auf die verteilte Speichertechnik abgestimmt ist. 			

- verstehen die Studierenden, dass der Einsatz von noSQL-Systemen zwar eine Steigerung des beherrschbaren Datenvolumens mit sich bringt, dass aber im Gegenzug damit meist auch Abstriche hinsichtlich gewohnter Eigenschaften von RDBMS-Systemen (ACID) hingenommen werden müssen.

Inhalt:

- Eine Taxonomie für den Begriff 'Big Data'
- Grundbegriffe im Kontext der Parallelisierung
- Vertikale und Horizontale Skalierung
- Cluster-Computing mit GEARMAN im PC-Pool
- Konzepte und Implementierung verteilter Wide Column Stores am Beispiel der Peer-to-Peer Datenbank Apache Cassandra
 - Consistent Hashing
 - Unterschiedliche Konsistenzmodelle
 - Probabilistic Failure Detection
 - Replikationsstrategien, Anti-Entropie, Selbstheilung
 - Arbeiten mit einem Cassandra Cluster im PC-Pool
- Cluster-Computing mit Apache Hadoop
 - Das Hadoop-Ökosystem (HDFS, YARN, Avro, Parquet)
 - Zugriff auf Cassandra-DBs
 - Arbeiten mit einem Hadoop-Cluster im PC-Pool
- Die analytical Engine Apache Spark
 - Deployment: Lokal oder im Cluster mit Manager YARN
 - Lazy Transformations and Eager Actions
 - Anatomie einer Spark-Anwendung: Jobs, Stages, Tasks
 - DSLs und ihre APIs: RDD, DataFrame und DataSet, Spark-SQL
 - Arbeiten mit einem Spark/Hadoop/Cassandra-Cluster im PC-Pool
 - Arbeiten mit einem Spark-Cluster in der AWS-Cloud

Literatur:*Empfohlen:*

- PERKINS, Luc, Eric REDMOND und Jim R. WILSON, 2018. *Seven databases in seven weeks: a guide to modern databases and the NoSQL movement*. S. Auflage. Dallas: The Pragmatic Bookshelf. ISBN 978-1-68050-253-4
- SEDLMEIER, Peter und Frank RENKEWITZ, 2013. *Forschungsmethoden und Statistik*. ISBN 978-3-8689-4131-9
- KARAU, Holden und Rachel WARREN, June 2017. *High performance Spark: best practices for scaling and optimizing Apache Spark*. F. Auflage. Beijing ; Boston ; Farnham ; Sebastopol ; Tokyo: O'Reilly. ISBN 978-1-4919-4320-5
- RYZA, und LASERSON, 2017. *Advanced Analytics with Spark*. 2. Auflage. ISBN 978-1-491-94320-5
- CARPENTER, Jeff (computer systems architect) und Eben HEWITT, 2016. *Cassandra: the definitive guide*. S. Auflage. Sebastopol, CA: O'Reilly Media. ISBN 978-1-4919-3366-4

Architektur- und Entwurfsmuster der Softwaretechnik			
Modulkürzel:	AR_AES	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Informatik - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Hafenrichter, Bernd		
Dozent(in):	AR_AES: Hafenrichter, Bernd		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Architektur- und Entwurfsmuster der Softwaretechnik		
Lehrformen des Moduls:	AR_AES: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Grundlegende Erfahrung in der Entwicklung kleinerer Software-Systeme und damit verwandter Technologien (UML, Programmierung, Datenbanken)			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Bedeutung der Software Architektur und deren Einfluss auf den Lebenszyklus einer Software wiederzugeben • Funktionale und Nicht-Funktionale-Anforderung auf verschiedene Ebenen einer Architektur abzubilden • komplexe Software-Architekturen zu entwerfen und umzusetzen • das Prinzip Inversion of Control auf Basis einer objektorientierten Programmiersprache anzuwenden • Anforderung auf ein wohl strukturiertes Software-Design zu übertragen • einen Katalog an Design-Patterns zu beschreiben und können diese auf konkrete Problemstellungen übertragen. • die Vor- und Nachteile der verschiedenen Muster und die Auswirkung auf das Design einzuschätzen • die wichtigsten Bestandteile professioneller Buildumgebungen aufzuzählen 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Definition Software Architektur ○ Grundprinzipien • Struktursicht <ul style="list-style-type: none"> ○ Komponentenarchitektur ○ Aufbau eines Komponentenframeworks mit Inversion of Control und Dependency Injection ○ Quasar ○ Diskussion anhand eines Beispiels • Physische Sicht <ul style="list-style-type: none"> ○ Verteilungsmuster ○ Verfügbarkeit von verschiedenen Verteilungsmuster 			

- Clustering
- Process Sicht
 - Grundlegend Muster
 - Muster für Auftragsverarbeitende Server
 - Diskussion anhand eines Beispiels
- Die logische Sicht
 - Designprinzipien
 - Domain Driven Design
 - Grundlagen
 - Supple Design
 - Maintaining the Modell Integrity
- Design Pattern
 - Erzeugerpattern
 - Strukturpattern
 - Verhaltenspattern
- Enterprise Patterns
 - Logical Unit Of Work
- Entwicklungsumgebung
 - Buildserver
 - Testumgebung
 - Continuos Integration und Delivery

Literatur:

- Johannes Siedersleben: "Moderne Software-Architektur: Umsichtig planen, robust bauen mit Quasar", dpunkt Verlag
- Joachim Goll: Architektur- und Entwurfsmuster der Softwaretechnik: Mit lauffähigen Beispielen in Java, Springer Vieweg
- Robert C. Martin: "Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship", Prentice Hall
- Martin Folwer: "Patterns of Enterprise Application Architecture", Addison Wesley
- Eric J. Evans: "Domain-Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software", Addison Wesley

Angewandte Logik für Modellierung und Verifikation			
Modulkürzel:	AR_ALMV	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Informatik - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Regensburger, Franz		
Dozent(in):	AR_ALMV: Regensburger, Franz		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Angewandte Logik für Modellierung und Verifikation		
Lehrformen des Moduls:	AR_ALMV: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	<p>schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten</p> <p>Es werden explizit keine Grundkenntnisse auf dem Gebiet der mathematischen Logik vorausgesetzt. Hilfreich aber nicht notwendig sind Grundkenntnisse in funktionaler Programmierung, vorzugsweise in Haskell, ML oder Scala</p>		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
<p>Aus dem bereits absolvierten Bachelor-Studium sollten solide mathematische Grundlagen vorhanden sein, insbesondere auf dem Gebiet der naiven Mengenlehre und der diskreten Mathematik (Kombinatorik, Mengen und Relationen). Des Weiteren sind Grundlagen der Verbandstheorie (induktive Mengen, Fixpunktsatz von Knaster-Tarski) hilfreich. Für das Verständnis des Lambda-Kalküls und der Logik höherer Stufe sind Grundkenntnisse in der funktionalen Programmierung (ML, Haskell, Scala) von Vorteil.</p>			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • in Grundzügen wichtige formale Systeme der mathematischen Logik sowie deren wesentliche Begrifflichkeiten wiederzugeben. • zu erkennen, dass diese formalen Systeme eine solide Basis für die Modellierung von Soft- und Hardware-Systemen darstellen. • formale Beweise im Kalkül des natürlichen Schließens sowohl manuell als auch unter Benutzung des taktischen Theorembeweislers Isabelle zu führen. • den Lambda-Kalkül zu verwenden, welcher die Basis für getypte und ungetypte funktionale Programmiersprachen ist 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Grundbegriffe der mathematischen Logik am Beispiel der Aussagenlogik <ul style="list-style-type: none"> ○ Syntax: Formelsprache ○ Die Kalküle des Natürlichen Schließens von Gerhard Gentzen PNI/PNK (Fragmente für die Aussagenlogik) ○ Formalisierung der Kalküle PNI/PNK in Isabelle • Prädikatenlogik erster Stufe <ul style="list-style-type: none"> ○ Syntax: Formelsprache, Quantoren, Substitution ○ Die Kalküle des Natürlichen Schließens von Gerhard Gentzen NI/NK 			

- Formalisierung der Kalküle NI/NK in Isabelle
- Der ungetypte Lambda-Kalkül und seine Formalisierung in Isabelle
- Der getypte Lambda-Kalkül
- Grundbegriffe der Logik höherer Stufe (HOL), Unvollständigkeit
- Benutzung des Systems Isabelle/HOL
- Beispiele für Modellierung und Verifikation mit Isabelle(/HOL)

Literatur:*Empfohlen:*

- NIPKOW, Tobias, KLEIN, Gerwin. *Concrete Semantics* [online]. PDF e-Book. Verfügbar unter: <http://www.concrete-semantics.org/>.
- EBBINGHAUS, Heinz-Dieter, Jörg FLUM und Wolfgang THOMAS, 1992. *Einführung in die mathematische Logik*. 3. Auflage. Mannheim u.a.: BI-Wiss.-Verl.. ISBN 3-411-15603-1
- HINDLEY, James Roger und Jonathan P. SELDIN, 2008. *Lambda-calculus and combinators: an introduction*. 1. Auflage. Cambridge [u.a.]: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-89885-0, 0-521-89885-4

Sicherheit moderner Netzwerke			
Modulkürzel:	AR_SMN	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Informatik - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Göldner, Ernst-Heinrich		
Dozent(in):	AR_SMN: Göldner, Ernst-Heinrich		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Sicherheit moderner Netzwerke		
Lehrformen des Moduls:	AR_SMN: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Besuch der Vorlesung und des Praktikums Rechnernetze (Voraussetzung), empfehlenswert ist der Besuch des FW-Fachs "Internet - Netz der Netze"			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die prinzipielle Struktur des Internets zu beschreiben und beherrschen das Architekturmodell der Kommunikation (TCP/IP-Schichtenmodell) im Detail, die Grundlagen der Vermittlungstechniken und sie können Performance und Wartezeiten der Paketvermittlung abschätzen. • die Eigenschaften und das Verhalten des TCP-Protokolls im prinzipiellen Detail zu beschreiben. • die Architektur eines Routers darzustellen und kennen typische Maßnahmen zur Erhöhung der Ausfallsicherheit in IP-Netze. • die generelle Struktur der heutigen öffentlichen IP-Netze mit allen Technologie-Schichten und deren prinzipiellen Funktionen, Netzelementen und Sicherheitsaspekten zu benennen. • typische Angriffsszenarien auf Rechnernetze und Schutzmaßnahmen dagegen aufzuzählen. • die prinzipiellen Funktionen der Protokolle zum Schutz einer Kommunikation im Internet zu beschreiben. • die Entwicklung, Architektur und Funktion der aktuellen Mobilfunk-Generationen für Sprache und Daten mit speziellem Blick auf die relevanten Sicherheitsfunktionen wiederzugeben. 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen des Internets und der Paketvermittlung: <ul style="list-style-type: none"> ○ Architekturmodell, Dienste- und Schichtenkonzept ○ Grundlagen der Paketvermittlung und der Performance ○ Vertiefung des Transportprotokolls TCP: Flusskontrolle und Überlastkontrolle ○ Typische Angriffe im Internet • Struktur des Internets (Festnetz): <ul style="list-style-type: none"> ○ Anforderungen an den sicheren Betrieb eines Kommunikationsnetzes ○ Netzzugang (Access): Technologien (DSL, Fttx, HFC, typische Übertragungsmedien); Entwicklung des Internet-Access für Privatkunden ○ Struktur aktueller Router und Maßnahmen für den sicheren Betrieb 			

- Elemente und Funktionen des optischen Transportnetzes (WDM-Netz)
- Elemente und Funktionen des synchronen TDM-Transportnetzes (SDH) inkl. Funktionen zur Ersatzschaltung
- Struktur des IP-Backbones (nationales Netz) und Beispiele für die aktuellen Entwicklungen der Netze (z.B. Virtualisierung, SDN, neue Netzkonzepte)
- Grundlagen der Sicherheit im Internet:
 - Typische Attacken und Schutzmaßnahmen vor Angreifern
 - Operative Sicherheit / Netz Sicherheits-Architektur (Firewalls, Gateways, IDS,...)
 - Protokolle zur sichern Kommunikation (SSL / TLS, IPSec)
- Mobilfunknetze
 - Haupteigenschaften der Mobilfunknetze
 - Historische Entwicklung, genutzte Frequenzen und Spektrum
 - GSM / 2. Generation: Luftschnittstelle, Sprachkodierung, Netzarchitektur
 - Identitäten (SIM-Karte) und Verschlüsselung, Authentisierung, Angriffsvektoren
 - Datendienste im GSM: GPRS/Edge
 - UMTS / 3.Generation: Luftschnittstelle mit WCDMA, Sicherheitsarchitektur im 3G-Netz, schnelle Daten im 3G-Netz (HSPA)
 - LTE / 4. Generation: Luftschnittstelle / LTE-Übertragungstechnik, Netzstruktur (evolved Packet Core)
 - Dienste im all-IP-Netz: IMS

Literatur:

Empfohlen:

- ECKERT, Claudia , 2014. *IT-Sicherheit : Konzepte - Verfahren - Protokolle*. 9. Auflage. München : De Gruyter Oldenbourg. ISBN 978-3-486-77848-9 ; 978-3-486-85916-4 ; 978-3-11-039910-3
- SCHAEFER, Günter und Michael ROßBERG, 2014. *Netzicherheit : Grundlagen & Protokolle ; mobile & drahtlose Kommunikation ; Schutz von Kommunikationsinfrastrukturen*. 2. Auflage. Heidelberg : dpunkt-Verl. ISBN 978-3-86490-115-7 ; 3-86490-115-4
- SORGE, Christoph, Nils GRUSCHKA und Luigi LO IACONO, 2013. *Sicherheit in Kommunikationsnetzen*. 1. Auflage. München : Oldenbourg. ISBN 978-3-486-72016-7 ; 3-486-72016-3 ; 978-3-486-72017-4
- SAUTER, Martin, 2015. *Grundkurs Mobile Kommunikationssysteme : LTE-Advanced, UMTS, HSPA, GSM, GPRS, Wireless LAN und Bluetooth*. 6. Auflage. Wiesbaden : Springer Fachmedien. ISBN 978-3-658-08342-7 ; 978-3-658-08341-
- SPITZ, Stephan , Michael PRAMATEFTAKIS und Joachim SWOBODA, 2011. *Kryptographie und IT-Sicherheit : Grundlagen und Anwendungen*. 2. Auflage. Wiesbaden : Vieweg + Teubner. ISBN 978-3-8348-1487-6 ; 978-3-8348-8120-5

Security-Engineering in der IT			
Modulkürzel:	AR_SEIT	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Informatik - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Hof, Hans-Joachim		
Dozent(in):	AR_SEIT: Hof, Hans-Joachim		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Security-Engineering in der IT		
Lehrformen des Moduls:	AR_SEIT: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	mdIP - mündliche Prüfung 30 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Vertiefte Kenntnisse in den Bereichen Betriebssysteme, Netzwerke, Programmierung, Software Engineering sowie Grundkenntnisse IT-Sicherheit			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach dem Besuch des Moduls</p> <ul style="list-style-type: none"> • verfügen die Studierenden über grundlegende Kenntnisse zu Designprinzipien sicherer IT-Systeme, insbesondere unter Berücksichtigung moderner verteilter Systeme. • entwickeln Studierende einerseits ein Verständnis dafür, wie sich Systeme unter Einsatz moderner Virtualisierungstechniken, spezieller Hardware sowie geeigneten Maßnahmen bei Einsatz moderner Betriebssysteme härten lassen. • erlangen die Studierenden durch die Veranstaltung andererseits vertiefte Kenntnisse darüber, welche Techniken des Softwareengineering im besonderen Maße auf die Sicherheit aktueller Software abzielen und wie sicherheitsrelevante Schnittstellenrisiken vermieden werden. 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Sichere Software Entwicklung (Benutzereingaben, Privilegien, Protokolle) • Absicherung von Kommunikationswegen und Schnittstellen • Verschlüsselung, Algorithmen zum Schlüsselaustausch, Einsatz von Zertifikaten • Systemhärtung auf Betriebesebene • Datensicherheit (Privilegien Filesystem, ACLs) • Sicherheit bei Multi-Thier-Systemen • Absicherung von Datenbanken und Webfrontends • Virtualisierungstechniken, Sandbox • Updatestrategien • interne Sicherheits-Audits, Pentests und Security Patching • Sicherheitsfunktionen moderner Software • Code Obfuscation 			

- Techniken zur Authentifizierung und Identifizierung
- Backupstrategien unter Sicherheitsgesichtspunkten, sichere Datenaufbewahrung

Literatur:

- Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems, Ross J. Anderson, John Wiley & Sons; Auflage: 2, 2008.
- Cyber Security Engineering: A Practical Approach for Systems and Software Assurance von Nancy R. Mead (Autor), Carol Woody (Autor), Pearson Education, 2016.
- Basiswissen Sichere Software: Aus- und Weiterbildung zum ISSECO Certified Professional for Secure Software Engineering, Sachar Paulus, Dpunkt Verlag, 2011.

Computer-Forensik			
Modulkürzel:	AR_CF	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Informatik - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Hahndel, Stefan		
Dozent(in):	AR_CF: Hahndel, Stefan		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Computer-Forensik		
Lehrformen des Moduls:	AR_CF: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	prA - praktische Arbeit/Studienarbeit		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Grundlagen der Programmierung/Programmierkenntnisse; Grundkenntnisse Betriebssysteme; Grundkenntnisse IT-Sicherheit			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • theoretische Grundlagen der Computer-Forensik und entsprechende Prozessmodelle basierend auf Carrier's Hypothesen-basierten Ansatz und seinem Referenzmodell für Daten auf Dateisystemen wiederzugeben. • wichtige Angriffsmuster auf Computersysteme zu beschreiben und wissen, welche Spuren diese hinterlassen. • Dateisysteme einer forensischen Analyse zu unterziehen. • die wichtigsten Methoden zu Netzwerk-/Internet-Forensik und Malware Analyse zu beschreiben. 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Methoden von Angreifern und typische Angriffsmuster • Prozessmodelle für Forensic Computing • Technologie moderner Speichersysteme: Harddisk, SSDs, DRam, Flash, MRams etc. • Disk Volumes und Partitionen im Detail • Diverse Dateisysteme, Verfahren zur Wiederherstellung von Daten (FAT, NTFS und Unix/Linux-Dateisysteme) • Netzwerk und Internet-Forensik: z.B. Aufspüren von HTTP-Requests und Emails • Fortgeschrittene Werkzeuge zur Computer-Forensik • Umgang mit verschlüsselten Daten, Aufspüren von Verschlüsselung • Grundlagen der Multimedia-Forensik (Analyse von Bild- und Audiodaten) • Fortgeschrittene Carvingtechniken 			
Literatur:			

Empfohlen:

- GESCHONNECK, Alexander, 2014. *Computer-Forensik: Computerstraftaten erkennen, ermitteln, aufklären*. 6. Auflage. Heidelberg: dpunkt-Verl.. ISBN 3-86490-133-2, 978-3-86490-133-1
- KUHLEE, Lorenz und Victor VÖLZOW, 2012. *Computer-Forensik Hacks*. 1. Auflage. Beijing [u.a.]: O'Reilly. ISBN 978-3-86899-121-5, 3-86899-121-2
- WILLER, Christoph, 2012.. *PC-Forensik*. ISBN ISBN-13: 978-3936546606
- DEWALD, Andreas und Felix FREILING, 2015. *Forensische Informatik*. 3. Auflage. ISBN ISBN-13: 978-3842379473
- CARRIER, Brian, 2005. *File System Forensic Analysis*. ISBN 978-0321268174
- SIKORSKI, Michael und Andrew HONIG, . *Practical Malware Analysis: The Hands-On Guide to Dissecting Malicious Software* . 1. Auflage. ISBN ISBN-13: 978-1593272906
- LIGH, Michael Hale, Andrew CASE und Jamie LEVY, 2014. *The Art of Memory Forensics*. 1. Auflage. ISBN ISBN-13: 978-1118825099

Daten-Management und -Analyse			
Modulkürzel:	AR_DMA	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Informatik - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Kaiser, Melanie		
Dozent(in):	AR_DMA: Kaiser, Melanie		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Daten-Management und -Analyse		
Lehrformen des Moduls:	AR_DMA: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	mdIP - mündliche Prüfung 30 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Relationale Datenbanksysteme, Statistik, Programmierkenntnisse			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technologien und Methoden für die Verwaltung und Auswertung großer Informationsmengen zu beschreiben. • die unterschiedlichen Datenmodelle sowie die Vor- und Nachteile der wesentlichen NoSQL-Datenbanksysteme zu erläutern. • die Eignung der einzelnen Systeme für konkrete Einsatzszenarien zu bewerten. • grundlegende Verfahren der Datenanalyse wiederzugeben und diese zur Beschreibung und Exploration von Datenquellen einzusetzen. • grundlegende statistische Kennwerte zur uni- und bivariaten Beschreibung von Datenstrukturen zu berechnen, erklären und zu interpretieren. • Verteilungen und Zusammenhänge in Daten anhand geeigneter graphischer Darstellungsformen zu visualisieren. • Einsatzgebiete und Funktionsweise grundlegender Verfahren des maschinellen Lernens (z.B. Regression, Entscheidungsbäume, Clusterverfahren) zu erklären. • grundlegende Verfahren der Datenanalyse und des maschinellen Lernens mittels der Programmiersprache Python auf neue Aufgabenstellungen anzuwenden und die Ergebnisse anhand geeigneter Kennzahlen zu bewerten und zu interpretieren. 			
Inhalt:			
<p>NoSQL-Datenbanken</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen • Datenmodelle • Kategorien: Key-Value DBs, Document DBs, Column-Family Stores, Graph DBs • Einsatzgebiete <p>Datenanalyse mit Python</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Datenanalyse 			

- Grundlagen Python
- Deskriptive Analysen
- Datenvisualisierung
- Modellierung und Machine Learning Algorithmen

Literatur:*Empfohlen:*

- GRUS, Joel, 2015. *Data Science from Scratch: [first principles with Python]*. 1. Auflage. Beijing [u.a.]: O'Reilly. ISBN 978-1-491-90142-7, 1-4919-0142-X
- SADALAGE, Pramod J. und Martin FOWLER, 2013. *NoSQL distilled : a brief guide to the emerging world of polyglot persistence* . 1. Auflage. Upper Saddle River, NJ ; Munich [u.a.] : Addison-Wesley. ISBN 978-0-321-82662-6
- NELLI, Fabio, 2015. *Python data analytics: data analysis and science using pandas, matplotlib, and the Python programming language*. New York, NY: Apress. ISBN 978-1-4842-0959-2, 978-1-4842-0958-5
- EDLICH, Stefan, 2011. *NoSQL: Einstieg in die Welt nichtrelationaler Web-2.0-Datenbanken*. 2. Auflage. München: Hanser. ISBN 978-3-446-42753-2

Hochleistungs-Datenhaltungs-Systeme			
Modulkürzel:	AR_HDS	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Informatik - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Rasch, Jochen		
Dozent(in):	AR_HDS: Hofmann, Stephan		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Hochleistungs-Datenhaltungs-Systeme		
Lehrformen des Moduls:	AR_HDS: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Kenntnisse in relationalen Datenbanksystemen und SQL			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die zentralen Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Datenhaltungs- bzw. Datenbanksystemen als essentieller Basis für moderne Unternehmenanwendungen (wie z.B. ERP-Systeme) zu beschreiben und zu erläutern, ebenso wie die grundlegenden Konzepte zur Sicherstellung der Leistungsfähigkeit dieser Datenbanksysteme.</p> <p>Sie kennen die technischen Grundlagen und Prinzipien spalten-/zeilenbasierter Datenhaltungs-systeme und reiner oder hybrider In-Memory-Datenhaltungssysteme und sind in der Lage, diese hinsichtlich ihrer Wirkungen - sowohl einzeln, als auch im Zusammenspiel - einzuschätzen und einzuordnen. Sie sind mit ausgewählten In-Memory-Datenhaltungssystemen und zentralen Werkzeugen solcher Systeme vertraut.</p>			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen an Hochleistungs-Datenbanksysteme als Basis für Unternehmenanwendungen • Architektur und Arbeitsweise moderner Datenbanksysteme • Konzepte und Prinzipien der Skalierbarkeit und Performance-Optimierung: Indizes, DB-Statistiken, Puffer, Parallelisierung, Kompression • Absicherung von Datenbanksystemen und Datenbanken: Konzepte und Vorgehensweisen für Backup, Restore und Recovery; Gewährleistung von Hochverfügbarkeit und Disaster Recovery • Konzepte, Prinzipien und technische Grundlagen In-Memory-basierter Datenbanksysteme und Verdeutlichung an aktuellen kommerziellen Systemen 			
Literatur:			
<p><i>Empfohlen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • BERG, Bjarne und Penny SILVIA, 2015. <i>Einführung in SAP HANA</i>. 2. Auflage. Bonn: Rheinwerk Publ. ISBN 978-3-8362-3459-7 • PLATTNER, Hasso, 2013. <i>Lehrbuch In-Memory Data Management : Grundlagen der In-Memory-Technologie</i>. Wiesbaden: Springer Gabler. ISBN 978-3-658-03212-8 • PLATTNER, Hasso und Alexander ZEIER, 2012. <i>In-memory data management: technology and applications</i>. 2. Auflage. Berlin [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-642-29574-4 			

Enterprise-Architecture-Management			
Modulkürzel:	AR_EAM	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Informatik - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Rasch, Jochen		
Dozent(in):	AR_EAM: Köstler, Raimund		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Enterprise-Architecture-Management		
Lehrformen des Moduls:	AR_EAM: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	mdIP - mündliche Prüfung 30 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Grundkenntnisse über die IT-Organisation in Unternehmen und die beteiligten Parteien, Verständnis für die Herausforderungen des Managements von Informationstechnologie in Unternehmen.			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> die weitschichtigen Problemstellungen einer IT-Organisation bei der Gestaltung und dem Management komplexer IT-Systemlandschaften zu reflektieren. den Beitrag, den das Enterprise Architecture Management (EAM) hierzu liefert, zu erklären und die Grundprinzipien des EAM anzuwenden. <p>Sie sind mit ausgewählten EAM-Methoden und -Werkzeugen vertraut und geübt, können diese hinsichtlich ihrer Einsetzbarkeit im Unternehmen einschätzen und auf kleinere Problemstellungen der Praxis anwenden. Der Zusammenhang mit anderen Disziplinen ist den Studierenden klar und kann erklärt und an konkreten Handlungssituationen hergestellt werden.</p>			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> IT-Organisation im Unternehmen: Aufgaben, Rollen, Ziele, Zusammenhänge Metamodelle, Architekturschichten und Architekturprinzipien des EAM IT-Repository und EAM-Daten EAM-Visualisierungen Frameworks (z. B. TOGAF) IT-Governance, Reifegrade und IT-Prozesse (u. a. Zusammenhänge mit Strategie-/Prozessmanagement sowie mit Software-Engineering und IT-Integration) Planung der Einführung von EAM, Szenarien Modellgetriebene Ansätze im Zusammenhang mit EAM (optional) 			
Literatur:			
<i>Empfohlen:</i>			

- HANSCHKE, Inge, 2016. *Enterprise Architecture Management - einfach und effektiv: ein praktischer Leitfaden für die Einführung von EAM* [online]. München: Hanser PDF e-Book. ISBN 978-3-446-44935-0, 978-3-446-44724-0. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3139/9783446449350>.
- KELLER, Wolfgang, 2017. *IT-Unternehmensarchitektur: von der Geschäftsstrategie zur optimalen IT-Unterstützung*. 3. Auflage. Heidelberg: dpunkt.verlag. ISBN 978-3-86490-406-6, 3-86490-406-4
- DESFRAY, Philippe und Gilbert RAYMOND, 2014. *Modeling Enterprise Architecture with TOGAF: A Practical Guide Using UML and BPMN*. Saint Louis: Elsevier Science. ISBN 978-0-12-419995-8, 978-0-12-419984-2

2.2. Fachspezifische Lehrmodule der Vertiefungsrichtung: Electronic and mechatronic Systems (2)

Modul	SWS	ECTS	Import aus Master-Studiengang	Prüfungsart
Fachspezifische Lehrmodule 1-3 (FWPF 1-3)				
Feldtheorie	4	5	Elektrotechnik mobiler Systeme (Fakultät EI)	schrP. 90 Min
Bewegungs-Kinetik	4	5	Elektrotechnik mobiler Systeme (Fakultät EI)	schrP. 90 Min.
Energiemanagement und Energiespeichersysteme	4	5	Elektrotechnik mobiler Systeme (Fakultät EI)	schrP. 90 Min
Fahrdynamikregelung elektrifizierter Fahrzeuge	4	5	Elektrotechnik mobiler Systeme (Fakultät EI)	schrP. 90 Min.
Regelung elektrischer Antriebe	4	5	Elektrotechnik mobiler Systeme (Fakultät EI)	schrP. 90 Min
Modellierung komplexer Systeme	4	5	Elektrotechnik mobiler Systeme (Fakultät EI)	schrP. 90 Min
Elektrochemie	4	5	Elektrotechnik mobiler Systeme (Fakultät EI)	schrP 90 Min.
Leistungselektronische Systeme und Energienetze	4	5	Elektrotechnik mobiler Systeme (Fakultät EI)	schrP. 90 Min
Differentialgleichungssysteme	4	5	Elektrotechnik mobiler Systeme (Fakultät EI)	schrP. 90 Min.
Antriebstrang und Hybrid	4	5	Elektrotechnik mobiler Systeme (Fakultät EI)	schrP. 90 Min
Intelligente Systeme	4	5	Elektrotechnik mobiler Systeme (Fakultät EI)	schrP. 90 Min.
Elektromagnetische Verträglichkeit	4	5	Elektrotechnik mobiler Systeme (Fakultät EI)	schrP. 90 Min.

Da die Durchführung der Module von den Ressourcen der Fakultäten einerseits und der studentischen Nachfrage andererseits abhängt, besteht kein Anspruch darauf, dass immer alle Module angeboten werden. In solch einem Fall sind von den Studierenden ersatzweise andere Module zu wählen (§6 SPO).

Feldtheorie			
Modulkürzel:	AR_EFT	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Elektrotechnik mobiler Systeme - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Gaul, Lorenz		
Dozent(in):	AR_EFT: Gaul, Lorenz		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Feldtheorie		
Lehrformen des Moduls:	AR: SU - seminaristischer Unterricht		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Voraussetzungen aus dem Bachelorstudium: zweisemestrige Vorlesung zu Grundlagen der Elektrotechnik, Grundkenntnisse der (dreidimensionalen) Analysis und linearen Algebra (Vektorrechnung).			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Maxwell'schen Gleichungen in integraler und differentieller Schreibweise darzustellen und zu erläutern, • die Zusammenhänge der feldtheoretischen Beziehung zu vereinfachten Formeln der Elektrotechnik sowie deren Grenzen abzuleiten, • numerische Methoden zur Lösung der Maxwell'schen Gleichungen zu beschreiben, • die Kenntnisse anzuwenden, um feldtheoretische Probleme zu analysieren und grundlegende Berechnungen auf Basis der Maxwell'schen Gleichungen durchzuführen sowie komplexe Berechnungen nachzuvollziehen 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Maxwell'sche Gleichungen in integraler Form • Grundzüge der Vektoranalysis: Nabla-Operator und Gradient, Divergenz und Rotation, Sätze von Gauß und Stokes • Maxwell'sche Gleichungen in differentieller Schreibweise, bewegtes Bezugssystem, Materialgleichungen und Materialtensoren, Unterscheidung mikroskopische und makroskopische Beschreibung • Energieumwandlung und Poyntingscher Satz, Potentialbegriff, Vektorpotential, Randbedingungen an Grenzflächen, Kraftwirkungen • Unterscheidung statische Felder, zeitlich langsam und zeitlich beliebig veränderliche Felder, Beschreibung durch Poisson-, Diffusions-, Wellen- und Kontinuitätsgleichung • Numerische Methoden zur Lösung der Maxwell'schen Gleichungen • Anwendung auf Abstrahlung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen, Signalausbreitung auf verlustlosen und verlustbehafteten Leitungen, Schirmungsprobleme, Signal- und Spannungsversorgungsintegritätsprobleme, Bezüge zur Wärmeleitungs- und Transporttheorie 			
Literatur:			

Empfohlen:

- HENKE, Heino, 2015. *Elektromagnetische Felder: Theorie und Anwendung* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg PDF e-Book. ISBN 978-3-662-46918-7, 978-3-662-46917-0. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-46918-7>.
- SIMONYI, Károly, 1993. *Theoretische Elektrotechnik: mit 12 Tabellen*. 10. Auflage. Leipzig [u.a.]: Barth. ISBN 3-335-00375-6

Bewegungs-Kinetik			
Modulkürzel:	AR_BK	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Elektrotechnik mobiler Systeme - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Pforr, Johannes		
Dozent(in):	AR_BK: Spannaus, Paul		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Bewegungs-Kinetik		
Lehrformen des Moduls:	AR_BK: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • wesentliche Einflussfaktoren der Fahrzeugkinetik zu verstehen, • das Verhalten spezifischer Fahrzeugkonfigurationen und Antriebskonzepte in charakterisierenden Fahrsituationen (Kurvenfahrt, Beschleunigung) quantitativ bewerten und vergleichen zu können, • selbständige Entwürfe von Fahrzeugkonzepten zur Erfüllung gewünschter kinetischer Fahrzeugeigenschaften aufzustellen und zu bewerten, • Wissen über wesentliche Achskonzepte, elastokinematische Eigenschaften ausgeführter Fahrwerke, Schwingungseinflüsse, Starrkörper- und Fahrzeugbewegungen sowie Einflussmöglichkeiten auf das Fahrverhalten basierend auf kinetischen Grundlagen wiederzugeben, • Fahrzeugcharakterisierung anhand objektiver Kriterien prüfend zu untersuchen, • Modellbildungen grundlegender Fahrzeugbewegungen zu konzipieren und zu erstellen, • kinematische Betrachtungen zur Funktions- und Softwareentwicklung, wie sie bei mechatronischen Fahrzeugsystemen und automatisierten Fahrfunktionen notwendig sind, anzuwenden, • den Abgleich zwischen realem und virtuellem Fahrversuch zu validieren und zu interpretieren, • eigene Ergebnisse aus Fahrversuch, Modellbildung und Simulation zu präsentieren und kritisch zu vertreten. 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende kinematische Bewegungsgesetze (beschleunigte und unbeschleunigte Starrkörperbewegung) und deren Anwendung auf Kraftfahrzeuge und Fahrzeugkomponenten, • Kinetische Zusammenhänge der Fahrzeugbewegung unterteilt in <ul style="list-style-type: none"> ○ Längs- (Energiebedarf, Bremskraft-/Beschleunigungsvermögen, Fahrwiderstände) ○ Quer- (Einspurmodellierung, Kurvenfahrt, Seitenwind, Nachgiebigkeit der Achse, Lenkung) ○ Vertikaldynamik (Aufbaubewegung, Viertelfahrzeugmodellierung, Fahrkomfortbewertung) 			

- Lineare und nicht-lineare Reifenmodellierung beobachtbarer Reifeneigenschaften (Bürstenmodell, viskose Reibung, Kontaktbeschreibung Rad-Fahrbahn, Prüfmethode und Reifenmodellbedeutung),
- Charakterisierung der Fahrzeugbewegung durch Fahrversuch (genormte Prüfverfahren, Standardtestroutinen, ableitbare Kenngrößen, Simulationsmodellbedeutung),
- Aufbau wesentlicher Achs- und Lenkungskonzepte unter Berücksichtigung der elastokinematischen Nachgiebigkeit der Fahrwerkskomponenten,
- Beschreibung von Verkehrsflüssen (Staubbildung, Wellenbewegung von Verkehrsströmen)
- Herausforderungen bei der Realisierung automatisierter Fahrfunktionen aus Sicht der Bewegungskinetik,
- Systemzustandsbeschreibung wichtiger kinetischer Fahrzeugmodellierungen (Einspurmodell, Viertelfahrzeug) zur Untersuchung von Stabilität, Systemdynamik und Übertragungsverhalten für eine gezielte Realisierung von Fahrwerkregel-systemen.

Literatur:

- M. Mitschke ; H. Wallentowitz: Dynamik der Kraftfahrzeuge. Springer Vieweg, 2014
- D. Schramm ; M. Hiller ; R. Bardini: Modellbildung und Simulation der Dynamik von Kraftfahrzeugen. Springer Vieweg, 2013
- B. Heißing ; M. Ersoy; Stefan Gies: Fahrwerkhandbuch. Springer Verlag, ATZ/MTZ-Fachbuch, 2013
- D. Adamski: Simulation in der Fahrwerktechnik. Springer Verlag, 2014
- Ch. Woernle: Mehrkörpersysteme: Eine Einführung in die Kinematik und Dynamik von Systemen starrer Körper. Springer Verlag, 2011
- H. B. Pacejka: Tire and Vehicle Dynamics. Butterworth-Heinemann Verlag, 2012

Energiemanagement und Energiespeichersysteme			
Modulkürzel:	AR_EMS	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Elektrotechnik mobiler Systeme - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Schweiger, Hans-Georg		
Dozent(in):	AR_EMS: Schweiger, Hans-Georg; Steger, Fabian		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Energiemanagement und Energiespeichersysteme		
Lehrformen des Moduls:	AR_EMS: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten BONUSPUNKTEREGELUNG max. 5 % der Punkte der Klausur als Bonuspunkte für Referate möglich. Details dazu werden in der Vorlesung bekannt gegeben.		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Beherrschung einer höheren Programmiersprache; Beherrschung von Matlab und Simulink oder einer vergleichbaren Simulationsumgebung; sehr gute Kenntnisse im Bereich Allgemeine Chemie, Physikalische Chemie und Elektrochemie; sehr gute Kenntnisse der Elektrotechnik; Grundkenntnisse in MS Office, insb. Excel oder in einem vergleichbaren Office Paket			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Nach erfolgreicher Teilnahme an dem Modul haben Studierende			
<ul style="list-style-type: none"> • 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 (HEV, PHEV, EV ...) • die Fähigkeit zur Entwicklung von Modellen zur Beschreibung des Klemmverhaltens und der Alterung von Energiespeichersystemen • die Fähigkeit zur Entwicklung zur Simulationsmodellen zur Beschreibung von Komponenten und Baugruppen von Energiespeichern und Kenntnis der Grenzen • die Kenntnis der Grenzen der Simulation und Fähigkeit zur kritischen Beurteilung von Simulationsergebnissen • vertiefte Kenntnis der im Fahrzeug eingesetzten Algorithmen zur Batteriezustandserkennung und zum Energiemanagement. • die Fähigkeit Algorithmen Batteriezustandserkennung und zum Energiemanagement zu entwickeln • die Fähigkeit zur Entwicklung von Testverfahren zur Validierung von Batteriemodellen und Algorithmen • die Befähigung, sich selbständig in ein Thema aus dem Bereich der Energiespeicher einzuarbeiten und die Ergebnisse vor einer Gruppe zu präsentieren 			
Inhalt:			

- Aufbau von Energiespeichersystemen für Hybrid- und Elektrofahrzeuge
- Komponenten und Baugruppen von Energiespeichern und Wandlern
- Simulation des Klemmverhaltens von Energiespeichern und Wandler
- Simulation der Alterung von Energiespeichern
- Simulation der Komponenten und Baugruppen von Energiespeichern und Wandlern
- Algorithmen zur Zustandsbestimmung (SOC, SOH, Leistungsprognose)
- Algorithmen für das Energiemanagement im Fahrzeug
- Sicherheit von Energiespeichersystemen
- Normen und Standards von Energiespeichersystemen

Literatur:*Empfohlen:*

- REDDY, Thomas B. und David LINDEN, 2011. *Linden's handbook of batteries*. 4. Auflage. New York, NY [u.a.]: McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-162421-3, 0-07-162421-X
- 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>.

Fahrdynamikregelung elektrifizierter Fahrzeuge			
Modulkürzel:	AR_MA1	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Elektrotechnik mobiler Systeme - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Arnold, Armin		
Dozent(in):	AR_MA1: Arnold, Armin		
Sprache:	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:	AR_MA1: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Kenntnisse aus dem Modul Kinetik, d.h. die Fähigkeit, die physikalischen Gesetze eines mechanischen Systems anzuwenden, insb. Newtons Gesetze; Grundwissen in Elektrik/Elektronik			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach dem Besuch der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> ○ 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:			
<ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> ○ Fahrwerk: Roll- und Instantzentrum ○ Federhärten ○ Schwerpunktlage ○ Verteilung von Antriebs- und Bremsmomenten • ABS 			

- konventionelle Fahrdynamikregelungen
- Torque Vectoring
- zusätzliche Möglichkeiten und auch Probleme durch Elektroantriebe

Literatur:*Empfohlen:*

- REIMPELL, Jörnsten und Jürgen W. BETZLER, 2005. *Fahrwerktechnik: Grundlagen: Fahrwerk und Gesamtfahrzeug, Radaufhängungen und Antriebsarten, Achskinematik und Elastokinematik, Lenkanlage - Federung - Reifen, Konstruktions- und Berechnungshinweise*. 5. Auflage. 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*. 3. Auflage. 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.

Regelung elektrischer Antriebe			
Modulkürzel:	AR_REM	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Elektrotechnik mobiler Systeme - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Hermann, Robert		
Dozent(in):	AR_REM: Hermann, Robert		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Regelung elektrischer Antriebe		
Lehrformen des Moduls:	AR_REM: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Grundlagen der Mathematik und Elektrotechnik, komplexe Rechnung, Zeigerbilder elektrischer Maschinen, Grundlagen der klassischen Regelungstechnik und der Elektrischen Antriebstechnik / Elektrische Maschinen			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konzepte moderner Antriebssysteme im Zusammenhang mit elektrifizierten Fahrzeugen zu unterscheiden. • die Funktion elektrischer Antriebe im Antriebsstrang mobiler Systeme (z.B. Kraftfahrzeug) zu untersuchen. • elektrischer (Neben)-Aggregate zu bewerten. • dynamische Modelle elektrischer Drehfeldmaschinen zu erstellen und die Konsequenzen vereinfachter Annahmen zu beurteilen. • mit Hilfe dynamischer Modelle geeignete Regelkreise zu entwickeln. • die Regelung elektrischer Maschinen zu optimieren und unterschiedliche Regelstrategien zu unterscheiden. • den Einfluss von Nichtlinearitäten und Störungen auf geregelte Antriebssysteme zu bewerten. 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Funktionsweise und Aufbau elektrischer Maschinen (elektronisch kommutierte Motoren, Wechselstrommotoren, Asynchron- und Synchronmaschinen) • Funktionsweise und Steuerverfahren von Wechselrichterschaltungen • Dimensionierung elektrischer Antriebsstränge in Hybrid- als auch rein elektrischen Systemen • Betriebs- und Regelverhalten von Drehfeldmaschinen • Dynamische Modelle für Gleichstrom, Asynchron- und Synchronmaschinen • Ansteuer- und Regelverfahren wie Feldorientierte Regelung, Direct Torque Control etc. • Dimensionierung von Regelkreisen für elektrische Drehfeldmaschinen • Sensorlose Regelung • Modellierung und Simulation von Regelkreisen für elektrische Antriebssysteme in MATLAB/Simulink 			

Literatur:*Verpflichtend:*

- *Foliensatz zur Vorlesung / Skript.*

Empfohlen:

- SCHROEDER, D., 2013. *Elektrische Antriebe – Grundlagen*. 5. Auflage. ISBN 978-3642304705
- SCHROEDER, D., 2015. *Elektrische Antriebe - Regelung von Antriebssystemen*. 4. Auflage. ISBN 978-3642300950
- QUANG, N. P., 1993. *Praxis der feldorientierten Drehstromantriebsregelungen (Reihe Technik) - englisch*. ISBN 978-3816910473
- NAM, Kwang Hee, 2010. *AC Motor Control and Electrical Vehicle Applications - englisch*. ISBN ASIN B017R37A0K

Modellierung komplexer Systeme			
Modulkürzel:	AR_MKS	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Elektrotechnik mobiler Systeme - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Schiele, Thomas		
Dozent(in):	AR_MKS: Schiele, Thomas		
Sprache:	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:	AR_MKS: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Grundlagenvorlesung Modellbildung und Simulation, Grundlagen der Mathematik, Physik und Elektrotechnik (Differentialgleichungen und deren Herleitung), Grundkenntnisse in Programmierung (optimalerweise in Matlab)			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> 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:			
<ul style="list-style-type: none"> 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:*Empfohlen:*

- SCHERF, Helmut E., 2010. *Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme: eine Sammlung von Simulink-Beispielen*. 4. Auflage. 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*. 2. Auflage. 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>.

Elektrochemie			
Modulkürzel:	AR_ELC	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Elektrotechnik mobiler Systeme - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Schweiger, Hans-Georg		
Dozent(in):	AR_ELC: Lott, Susanne		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Elektrochemie		
Lehrformen des Moduls:	AR_ELC: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Vorgänge in Elektrochemischen Zellen zu beschreiben und mathematisch zu modellieren • die elektrolytische Leitfähigkeit zu erklären u. die Theorien zur theoret. Beschreibung anzuwenden • das Zustandekommen von Elektrodenpotentialen zu erklären und diese zu berechnen • das Verhalten von Elektrodenpotentialen unter Stromfluss zu beschreiben und diese zu berechnen • die Messmethode der Impedanz-Spektroskopie zu erklären, anzuwenden wie auch die Ergebnisse dieser Messmethode mit Ersatzschaltbildmodellen zu beschreiben 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen (Ionen, Zelle, Faradaysche Gesetze, chem. Reaktionen) • Leitfähigkeit, ionische Wechselwirkung und Beweglichkeit, Transportprozesse, Debye-Hückel-Onsager-Theorie • Elektrodenpotentiale, Elektrodenreaktion, Nernst-Gleichung, Doppelschicht • Elektrodenpotentiale bei Stromfluss, Konzept der Überspannung, Durchtritts-überspannung, Butler-Volmer-Gleichung, Diffusionsüberspannung, weitere Überspannungen • Impedanzspektroskopie 			
Literatur:			
<ul style="list-style-type: none"> • Hamann, Vielstich, Elektrochemie, VCH 2005 • Schmickler, Grundlagen der Elektrochemie, Springer 2008 • Bockris, Reddy, Modern Electrochemistry 1,2A, 2B, Springer 2008 • Bard, Faulkner, Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, Wiley 2001 • Wedler, Lehrbuch der Physikalischen Chemie, Wiley-VCH 2012 • Atkins, Physikalische Chemie, Wiley-VCH 2006 			

Leistungselektronische Systeme und Energienetze			
Modulkürzel:	AR_LSE	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Elektrotechnik mobiler Systeme - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Pforr, Johannes		
Dozent(in):	AR_LSE: Pforr, Johannes		
Sprache:	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:	AR_LSE: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Grundkenntnisse im Bereich Elektrotechnik, Schaltungstechnik, Regelungstechnik und elektronischer Bauelemente			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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:			
<ul style="list-style-type: none"> • 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:*Verpflichtend:*

- SPECOVIOUS, Joachim, 2015. *Grundkurs Leistungselektronik: Bauelemente, Schaltungen und Systeme*. 7. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-658-03308-8, 978-3-658-03309-5
- SCHLIENZ, Ulrich, 2012. *Schaltnetzeile und ihre Peripherie: Dimensionierung, Einsatz, EMV*. 5. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg. ISBN 978-3-8348-1646-7, 3-8348-1646-9
- ERICKSON, Robert W. und Dragan MAKSIMOVIĆ, 2004. *Fundamentals of power electronics*. 2. Auflage. Dordrecht: Kluwer. ISBN 0-7923-7270-0, 978-0-7923-7270-7

Empfohlen:

- WINTRICH, Arendt und andere, 2010. *Applikationshandbuch Leistungshalbleiter*. Ilmenau: ISLE. ISBN 978-3-938843-56-7
- KASSAKIAN, John G., Martin F. SCHLECHT und George C. VERGHESE, 1992. *Principles of power electronics*. R. Auflage. Reading, Mass. [u.a.]: Addison-Wesley. ISBN 0-201-09689-7

Differentialgleichungssysteme			
Modulkürzel:	AR_DGL	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Elektrotechnik mobiler Systeme - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Roegner, Katherine		
Dozent(in):	AR_DGL: Hunsinger, Jörg; Roegner, Katherine		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		45 h
	Selbststudium:		80 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Differentialgleichungssysteme		
Lehrformen des Moduls:	AR_DGL: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Kenntnisse aus Analysis (ein und mehrere Variablen), Lineare Algebra, MATLAB			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lösungen von Differentialgleichungen durch Trennung der Variablen, Variation der Koeffizienten, Laplace Transformation zu berechnen • Lösungen mit Hilfe von numerischen Methoden (beispielsweise durch Runge-Kutta) zu approximieren • Computerlösungen zu analysieren und zu interpretieren • Stabilität der Lösungen in fachspezifischen Aufgabestellungen zu untersuchen und graphisch darzustellen • lineare Differentialgleichungssysteme mit Hilfe von Eigenwerte und Eigenvektoren zu lösen • Phasenportraits zu interpretieren 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Differentialgleichungen • Differentialgleichungssysteme • Separationslösungen • Laplace Transformation • Existenz, Eindeutigkeit, Stabilität der Lösungen • Analytische Lösungsverfahren für Differentialgleichungssysteme • Numerische Lösungsverfahren für Differentialgleichungssysteme • Softwarepakete zur Lösung von Differentialgleichungen und Differentialgleichungssysteme 			
Literatur:			
<ul style="list-style-type: none"> • Logan, J.D.: A First Course in Differential Equations, Springer (2006) • Coombes, K.R., Hunt, B.R. et al.: Differential Equations with Matlab, John-Wiley and Sons (2000) • Strampp, W.: Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik. Vektoranalysis, spezielle Funktionen, partielle Differentialgleichungen, Springer (2014) 			

Antriebsstrang und Hybrid			
Modulkürzel:	AR_ASH	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Elektrotechnik mobiler Systeme - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Schiele, Thomas		
Dozent(in):	AR_ASH: Hackner, Thomas; Schiele, Thomas		
Sprache:	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:	AR_ASH: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Grundlagen der Physik (Arbeit, Leistung, Kräfte, Momente, ...) Ingenieurmathematik			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Nach dem Besuch des Moduls			
<ul style="list-style-type: none"> • 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 betriebs-strategischen 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:			
<ul style="list-style-type: none"> • 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:*Empfohlen:*

- STAN, Cornel, 2012. *Alternative Antriebe für Automobile: Hybridsysteme, Brennstoffzellen, alternative Energieträger*. 3. Auflage. 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*. 2. Auflage. 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>.

Intelligente Systeme			
Modulkürzel:	AR_IS	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Elektrotechnik mobiler Systeme - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Schweiger, Johann		
Dozent(in):	AR_IS: Schweiger, Johann		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Intelligente Systeme		
Lehrformen des Moduls:	AR_IS: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Grundlagen der Programmierung in Java			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • wissen die Studierenden, mit welchen Algorithmen man autonome mobile Systeme programmiert. • verstehen die Studierenden, wie man mit Verhaltensmustern programmiert und beherrschen die gängigen Methoden zur Kartografie und zur Selbstlokalisierung. • sind die Studierenden in der Lage, mit Algorithmen Sensordaten zu erfassen, zu fusionieren, zu interpretieren und daraus Vorgaben für die Aktoren abzuleiten. • können die Studierenden die gelernten Algorithmen und Konzepte auf praktische Anwendungen im Bereich der Automobile, der Dienstleistungsrobotik und der Automatisierungstechnik anwenden. • können sie praktische Aufgaben hinsichtlich der Echtzeitbedingungen und der benötigten Verhaltensmuster analysieren. • sind sie in der Lage, aus einer Problemstellung eine strategische Planung für den Einsatz der Verhaltensmuster abzuleiten. • können die Studierenden die unterschiedlichen Arten von Algorithmen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit, der Echtzeitfähigkeit, der Robustheit und der Flexibilität bewerten. 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • Sensoren und Aktoren • Softwarearchitekturen • Direkt- und Verhaltensmustersteuerung • Umfeldmodellierung • Kartenbasiertes Fahren • Aktionsplanung • Kooperation • Praktische Übungen im Labor 			
Literatur:			

Verpflichtend:

- THRUN, Sebastian, Wolfram BURGARD und Dieter FOX, 2006. *Probabilistic robotics*. Cambridge, Mass. [u.a.]: MIT Press. ISBN 978-0-262-20162-9, 0-262-20162-3
- GÖRZ, Günther, SCHNEEBERGER, Josef, SCHMID, Ute, 2014. *Handbuch der Künstlichen Intelligenz* [online]. München [u.a.]: Oldenbourg PDF e-Book. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.1524/9783486719796>.
- REHRL, Tobias, 2013. *Multimodale Mensch-Roboter-Interaktion für Ambient Assisted Living* [online]. München: Verl. Dr. Hut PDF e-Book. ISBN 978-3-8439-1372-0. Verfügbar unter: <http://mediatum.ub.tum.de/node?id=1141577>.

Elektromagnetische Verträglichkeit			
Modulkürzel:	AR_EMV	SPO-Nr.:	1.1 – 1.3
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Elektrotechnik mobiler Systeme - Master	Wahlpflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Huber, Siegfried		
Dozent(in):	AR_EMV: Huber, Siegfried		
Sprache:	Deutsch		
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Elektromagnetische Verträglichkeit		
Lehrformen des Moduls:	AR_EMV: SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Prüfungsleistungen:	LN - schriftliche Prüfung, 90 Minuten		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Keine			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die wichtigsten Phänomene und Gesetzmäßigkeiten elektromagnetischer Felder und deren Wirkungen im Zeit- und Frequenzbereich zu beschreiben. • typische EMV-Problematiken zu erkennen. • EMV-Probleme auf Busstrukturen und Leitungen zu behandeln. • EMV-Kopplungsmechanismen darzustellen und entsprechende Vermeidungsstrategien anzuwenden. • die messtechnische Erfassung EMV-relevanter Eigenschaften zu beschreiben. • Besonderheiten der EMV-Technik im Kfz-Bereich zu beachten • die EMV-Normung zu überblicken. • die gelernten Methoden auf konkrete Fragestellungen und Sachverhalte der EMV-Technik anzuwenden und in Modellform darzustellen. • EMV-Probleme zu analysieren und in lösbar Teilprobleme zu zerlegen sowie mögliche Lösungen iterativ zu optimieren. 			
Inhalt:			
<ul style="list-style-type: none"> • EMV-relevante Phänomene und Gesetzmäßigkeiten elektromagnetischer Felder und Wellen • Spezielles Verhalten elektrischer Leitungen • Antennenstrukturen • EMV-Beeinflussungsmodelle • Berechnungsverfahren in der EMV-Technik • Störquellen und Störsenken • Koppelstrukturen • Abhilfemaßnahmen • Messtechnische Erfassung bei Störaussendung- und Störfestigkeitsprüfung 			

- Regeln zum EMV-gerechten Design
- Elektromagnetische Felder und Bioorganismen
- Besonderheiten der EMV in der Kfz-Technik
- Normenübersicht

Literatur:*Empfohlen:*

- SCHWAB, A.J., . *Elektromagnetische Verträglichkeit*. ISBN 3-540-60787-0
- ANKE, Dieter, BRÜNS, H.-D., DESERNO, B., 1992. *Elektromagnetische Verträglichkeit* [online]. Wiesbaden : Vieweg+Teubner Verlag PDF e-Book. ISBN 978-3-322-82991-7 .
- RODEWALD, A., . *Elektromagnetische Verträglichkeit, Grundlagen, Experimente*. ISBN 3-528-14924-8
- HABIGER, Ernst, 1992. *Handbuch elektromagnetische Verträglichkeit: Grundlagen, Maßnahmen, Systemgestaltung*. 2. Auflage. Berlin ; München: Verl. Technik. ISBN 3-341-00993-0
- PAUL, Clayton R., 2006. *Introduction to electromagnetic compatibility*. 2. Auflage. Hoboken, NJ: Wiley Interscience. ISBN 0-471-75500-1
- MONTROSE, Mark I., 2000. *Printed circuit board design techniques for EMC compliance: a handbook for designers*. 2. Auflage. New York, NY: IEEE Press. ISBN 978-0-7803-5376-3
- BAUMGÄRTNER, H. und R. GÄRTNER, . *ESD Elektrostatische Entladungen*. ISBN 3-486-23803-5

2.3. Fachspezifische Wahlpflichtmodule 4 (FWPF 4 – HÜ)

Module der Kategorien Fachspezifische Wahlpflichtmodule 4 werden hochschulübergreifend aus dem Fächerkatalog der Kooperationspartner gewählt.

Immatrikulierte Studierende werden direkt per E-Mail von der Technischen Hochschule Nürnberg über aktuelle Kursangebote informiert.

Eine Übersicht zum hochschulübergreifenden Kursangebot ist auf der Homepage der Technischen Hochschule Nürnberg unter folgendem Link zu finden:

http://www.efi.fh-nuernberg.de/docs/efi/M-APR/Homepage/Hochschuluebergreifende_Module/HUE-Angebote_SoSe_2018/ (pdf-Datei)

2.4. Interdisziplinäre Module

2.4.1. IWPF 1

Als Interdisziplinäre Wahlpflichtmodule stehen den Studierenden alle Module des jeweils anderen Studienschwerpunkts zur Wahl, d.h. Studierende mit dem Schwerpunkt "Computer Science" können als Interdisziplinäres Wahlpflichtmodul ein Modul aus dem Schwerpunkt "Electronic and mechatronic Systems" und Studierende mit dem Schwerpunkt "Electronic and mechatronic Systems" können ein Modul aus dem Schwerpunkt "Computer Science" wählen.

2.4.2. Forschungsmethoden und –strategien (FM & S - HÜ)

Nähere Informationen finden Sie auf der Homepage der Technischen Hochschule Nürnberg als federführendem Kooperationspartner.

Außerdem werden immatrikulierte Studierende direkt per E-Mail von der Technischen Hochschule Nürnberg über aktuelle Kursangebote informiert. Folgender Link führt zum hochschulübergreifenden Kursangebot: http://www.efi.fh-nuernberg.de/docs/efi/M-APR/Homepage/Hochschuluebergreifende_Module/HUE-Angebote_SoSe_2018/

Hinweise: Studierende, die vor dem 01.10.2014 ihr Studium aufgenommen haben, können weiterhin aus allen Kursen frei wählen

Studierende, die jetzt im Oktober das Studium beginnen, wählen 6 ECTS aus der Kategorie IWPM4 und 6 ECTS aus der Kategorie FM&S

2.5. Forschungsmodule

Modul	SWS	ECTS	SPO-Nr.
PROJEKTARBEIT 1			
Projektarbeit 1	10	12	6.1
Projektseminar 1	2	2	6.2
PROJEKTARBEIT 2			
Projektarbeit 2	10	12	7.1
Projektseminar 2	2	2	7.2
ABSCHLUSSARBEIT			
Masterarbeit	-	28	8.1
Masterseminar	2	2	8.2

Hinweis:

Mindestens eines der beiden Forschungsmodule (jeweils die Projektarbeit und das zugehörige Seminar) oder die Abschlussarbeit (Abschlussarbeit und zugehöriges Seminar) müssen in englischer Sprache erbracht werden.

Projektarbeit 1			
Modulkürzel:		SPO-Nr.:	3.1
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Applied Research in Engineering Sciences - Master	Pflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Studiengangleiter		
Dozent(in):	Wechselnd		
Sprache:	Deutsch/Englisch		
Leistungspunkte / SWS:	12 ECTS / 10 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		117 h
	Selbststudium:		183 h
	Gesamtaufwand:		300 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Projektarbeit 1		
Lehrformen des Moduls:	Projekt		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Kenntnisse und Fähigkeiten aus den themenbezogenen Modulen			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Die Erstellung der Projektarbeit soll den Studierenden die Fähigkeit vermitteln, komplexe wissenschaftlich-technische Probleme weitgehend selbständig und in kleinen Gruppen unter Anleitung eines kompetenten Hochschul-Wissenschaftlers zu bearbeiten. Dazu müssen die Studierenden ihr Vorgehen zeitlich und inhaltlich planen und strukturieren und die Ergebnisse in entsprechender Form dokumentieren. Über die Anforderungen herkömmlicher Bachelor- oder Diplomarbeiten hinaus, werden hier Anforderungen berücksichtigt, wie sie z.B. in internationalen Projekten auftreten.</p>			
Inhalt:			
<p>Das Thema der Projektarbeit 1 wird von einem Professor der beteiligten Hochschulen gestellt, betreut und inhaltlich begleitet. In der Projektarbeit sollen immer praktische Untersuchungen mit theoretischen Anteilen verbunden werden. Mit den Betreuern bzw. Mitarbeitern der betreuenden Institute soll ein ständiger und intensiver Kontakt bestehen, um fachliche Inhalte zu vermitteln. Bevorzugt werden Themen, an denen auch Industriepartner beteiligt sind. Teile der Arbeiten können dann auch bei diesen Unternehmen stattfinden, sofern dabei weitere fachliche Kompetenz erlangt werden kann.</p> <p>Die schriftliche Projektarbeit wird zum Ende des Semesters dem Betreuer vorgelegt. Sie soll neben dem methodischen Vorgehen und den fachlichen Ergebnissen auch Bestandteile enthalten, wie sie in Berichten großer Projekte üblich sind (z.B. Einschätzungen der Marktsituation, Vergleich mit dem internationalen Stand von Wissenschaft und Technik). Die konkreten Vorgaben sind vom Thema abhängig und werden vom jeweiligen Betreuer gestellt.</p> <p>Bestandteil der Projektarbeiten 1 und 2 ist die Erarbeitung eines veröffentlichungsfähigen Beitrags. Dies kann entweder ein Konferenzbeitrag oder ein Artikel in einer wissenschaftlichen Zeitschrift sein. Die Studierenden sollen sich in Kooperation mit ihrem Betreuer über mögliche und sinnvolle Möglichkeiten zur Publikation informieren und mindestens einen geeigneten Weg auswählen (bei Ablehnung aller eingereichten Beiträge wird eine Veröffentlichung auf der Webseite des Studiengangs vorgeschlagen). Themen, bei denen ein Industriepartner grundsätzlich die Veröffentlichung aller Ergebnisse ablehnt, dürfen nicht zugelassen werden.</p>			

Projektseminar 1 (wird nicht an der THI angeboten)			
Modulkürzel:		SPO-Nr.:	3.2
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Applied Research in Engineering Sciences - Master	Pflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Studiengangleiter		
Dozent(in):	Wechselnd		
Sprache:	Deutsch/Englisch		
Leistungspunkte / SWS:	2 ECTS / 2 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		24 h
	Selbststudium:		26 h
	Gesamtaufwand:		50 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Projektseminar 1		
Lehrformen des Moduls:	Projektseminar		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Theoretische und praktische Fertigkeiten in der Präsentation wissenschaftlicher Erkenntnisse aus den Lehrveranstaltungen der Vorstudien (z.B. Praxisseminar).			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die professionelle Präsentation wissenschaftlich-technischer Ergebnisse in Form von Vorträgen ist integraler Bestandteil erfolgreicher Projekte. Dazu gehört auch die Präsentation von in Gruppen erzielter Resultate und die Präsentation komplexer Zusammenhänge mit Vorgabe eines engen Zeitrahmens. Weiter soll eine enge Korrelation zwischen den schriftlichen Projektarbeiten und den Vorträgen in den Seminaren erzielt werden.			
Inhalt:			
Die Ergebnisse der Projektarbeiten werden in begleitenden Seminaren in mündlichen Vorträgen vorgestellt und anschließend diskutiert.			
Die Seminare sollen gemeinsam von den beteiligten Hochschulen organisiert und durchgeführt werden, um eine breite fachliche Basis zu erreichen. Die Studierenden sollen damit auch bewusst dafür ausgebildet werden, ihre Ergebnisse Experten aus benachbarten Fachbereichen in einer vorgegebenen kurzen Zeit vorzustellen.			
Dauer der Vorträgen, Form, Sprache (ggf. Englisch) und eventuelle zusätzliche Begleitdokumente (Handout) werden von den Betreuern in gegenseitiger Absprache festgelegt.			
Die Diskussion der Vorträge erfolgt in gemeinsamen Gruppen der Studierenden und anwesenden Betreuer. Bei Möglichkeit sollen auch Gäste aus den beteiligten Unternehmen und aus den Hochschulen allgemein eingeladen werden.			
In der forschungsorientierten Arbeit werden die Studenten selbstständige Berichte verfassen, beispielsweise Patentrecherchen. Ergebnisse dieser Arbeiten können ebenfalls im Rahmen der gemeinsamen Seminare kurz vorgestellt werden.			
Die Bewertung der Vorträge erfolgt durch die jeweiligen Betreuer unter Berücksichtigung der vorliegenden schriftlichen Arbeiten.			

Projektarbeit 2			
Modulkürzel:		SPO-Nr.:	4.1
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Applied Research in Engineering Sciences - Master	Pflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Studiengangleiter		
Dozent(in):	Wechselnd		
Sprache:	Deutsch/Englisch		
Leistungspunkte / SWS:	12 ECTS / 10 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		117 h
	Selbststudium:		183 h
	Gesamtaufwand:		300 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Projektarbeit 1		
Lehrformen des Moduls:	Projekt		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Kenntnisse und Fähigkeiten aus den themenbezogenen Modulen			
Angestrebte Lernergebnisse:			
<p>Die Erstellung der Projektarbeit soll den Studierenden die Fähigkeit vermitteln, komplexe wissenschaftlich-technische Probleme weitgehend selbständig und in kleinen Gruppen unter Anleitung eines kompetenten Hochschul-Wissenschaftlers zu bearbeiten. Dazu müssen die Studierenden ihr Vorgehen zeitlich und inhaltlich planen und strukturieren und die Ergebnisse in entsprechender Form dokumentieren. Über die Anforderungen herkömmlicher Bachelor- oder Diplomarbeiten hinaus, werden hier Anforderungen berücksichtigt, wie sie z.B. in internationalen Projekten auftreten.</p> <p>In Ergänzung zur Projektarbeit 1 soll im zweiten Teil vor allem auch die Darstellung der Zusammenhänge zwischen theoretischen und praktischen Untersuchungen eingegangen werden. Der zweite Projektbericht kann auf den ersten verweisen, muss aber als eigenständige Arbeit lesbar sein.</p>			
Inhalt:			
<p>Das Thema der Projektarbeit 2 wird von einem Professor der beteiligten Hochschulen gestellt, betreut und inhaltlich begleitet. Es sollte an den ersten Teil anschließen. In der Projektarbeit sollen immer praktische Untersuchungen mit theoretischen Anteilen verbunden werden. Mit den Betreuern bzw. Mitarbeitern der betreuenden Institute soll ein ständiger und intensiver Kontakt bestehen, um fachliche Inhalte zu vermitteln. Bevorzugt werden Themen, an denen auch Industriepartner beteiligt sind. Teile der Arbeiten können dann auch bei diesen Unternehmen stattfinden, sofern dabei weitere fachliche Kompetenz erlangt werden kann.</p> <p>Die schriftliche Projektarbeit wird zum Ende des Semesters dem Betreuer vorgelegt. Sie soll neben dem methodischen Vorgehen und den fachlichen Ergebnissen auch Bestandteile enthalten, wie sie in Berichten großer Projekte üblich sind (z.B. Einschätzungen der Marktsituation, Vergleich mit dem internationalen Stand von Wissenschaft und Technik). Die konkreten Vorgaben sind vom Thema abhängig und werden vom jeweiligen Betreuer gestellt.</p> <p>Bestandteil der Projektarbeiten 1 und 2 ist die Erarbeitung eines veröffentlichungsfähigen Beitrags. Dies kann entweder ein Konferenzbeitrag oder ein Artikel in einer wissenschaftlichen Zeitschrift sein. Die Studierenden sollen sich in Kooperation mit ihrem Betreuer über mögliche und sinnvolle Möglichkeiten zur Publikation informieren und mindestens einen geeigneten Weg auswählen (bei Ablehnung aller eingereichten Beiträge wird eine Veröffentlichung auf der Webseite des Studiengangs vorgeschlagen). Themen, bei denen ein Industriepartner grundsätzlich die Veröffentlichung aller Ergebnisse ablehnt, dürfen nicht zugelassen werden.</p>			

Projektseminar 2 (wird nicht an der THI angeboten)			
Modulkürzel:		SPO-Nr.:	4.2
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Applied Research in Engineering Sciences - Master	Pflichtmodul	1/2
Modulverantwortliche(r):	Studiengangleiter		
Dozent(in):	Wechselnd		
Sprache:	Deutsch/Englisch		
Leistungspunkte / SWS:	2 ECTS / 2 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		24 h
	Selbststudium:		26 h
	Gesamtaufwand:		50 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Projektseminar 2		
Lehrformen des Moduls:	Projektseminar		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Theoretische und praktische Fertigkeiten in der Präsentation wissenschaftlicher Erkenntnisse aus den Lehrveranstaltungen der Vorstudien (z.B. Praxisseminar).			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die professionelle Präsentation wissenschaftlich-technischer Ergebnisse in Form von Vorträgen ist integraler Bestandteil erfolgreicher Projekte. Dazu gehört auch die Präsentation von in Gruppen erzielter Resultate und die Präsentation komplexer Zusammenhänge mit Vorgabe eines engen Zeitrahmens. Weiter soll eine enge Korrelation zwischen den schriftlichen Projektarbeiten und den Vorträgen in den Seminaren erzielt werden.			
Inhalt:			
Die Ergebnisse der Projektarbeiten werden in begleitenden Seminaren in mündlichen Vorträgen vorgestellt und anschließend diskutiert.			
Die Seminare sollen gemeinsam von den beteiligten Hochschulen organisiert und durchgeführt werden, um eine breite fachliche Basis zu erreichen. Die Studierenden sollen damit auch bewusst dafür ausgebildet werden, ihre Ergebnisse Experten aus benachbarten Fachbereichen in einer vorgegebenen kurzen Zeit vorzustellen.			
Dauer der Vorträgen, Form, Sprache (ggf. Englisch) und eventuelle zusätzliche Begleitdokumente (Handout) werden von den Betreuern in gegenseitiger Absprache festgelegt.			
Die Diskussion der Vorträge erfolgt in gemeinsamen Gruppen der Studierenden und anwesenden Betreuer. Bei Möglichkeit sollen auch Gäste aus den beteiligten Unternehmen und aus den Hochschulen allgemein eingeladen werden.			
In der forschungsorientierten Arbeit werden die Studenten selbstständige Berichte verfassen, beispielsweise Patentrecherchen. Ergebnisse dieser Arbeiten können ebenfalls im Rahmen der gemeinsamen Seminare kurz vorgestellt werden.			
Die Bewertung der Vorträge erfolgt durch die jeweiligen Betreuer unter Berücksichtigung der vorliegenden schriftlichen Arbeiten.			
Im Seminar des zweiten Semesters sollen die Studierenden auch berichten, wie bisherige Ergebnisse veröffentlicht wurden oder noch werden sollen.			

Masterarbeit			
Modulkürzel:		SPO-Nr.:	5.1
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Applied Research in Engineering Sciences - Master	Pflichtmodul	3
Modulverantwortliche(r):	Studiengangleiter		
Dozent(in):	Wechselnd		
Sprache:	Deutsch/Englisch		
Leistungspunkte / SWS:	28 ECTS		
Arbeitsaufwand:	Konzepterstellung Entscheidungsfindung bzgl. der günstigsten Problemlösung Erstellen von Versuchsaufbauten u. Programmen Durchführung von Messungen u. Testläufen einschl. deren Auswertung Anfertigen der Dokumentation Literaturstudium <div style="text-align: right;">Gesamt: 700 h</div>		
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Masterarbeit		
Lehrformen des Moduls:	Masterarbeit		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Die Voraussetzungen zur Erstellung der Masterarbeit werden in den Projektarbeiten 1 und 2 erarbeitet.			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Fähigkeit, ein umfangreiches Problem aus den Ingenieurwissenschaften selbstständig auf wissenschaftlicher Grundlage zu bearbeiten und zu lösen. Der Schwerpunkt soll auf der kreativen Entwicklung neuer Verfahren und Methoden liegen, wobei der umfassende Systemgedanke einen wesentlichen Anteil zu spielen hat.			
Inhalt:			
<p>Das Thema der Masterarbeit wird von einem Professor der beteiligten Hochschulen gestellt, betreut und inhaltlich begleitet.</p> <p>Das Thema sollte auf den Inhalten der ersten beiden Projektarbeiten aufbauen.</p> <p>Die Masterarbeit sollte auf die ersten beiden Projektberichte verweisen, aber eine inhaltlich und gestalterisch eigenständige und allein lesbare Arbeit darstellen.</p> <p>Die Masterarbeit muss enthalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Darstellung des Standes der Wissenschaft und Technik des zu bearbeiteten Themas • Beschreibung der Methodik und des Ablauf des eigenen theoretischen und experimentellen Vorgehens • Die Einbindung der eigenen Arbeiten in die Arbeit der betreuenden Institute/Fakultäten und eventueller Industriepartner • Bericht über eigene Veröffentlichungen • Bericht über erfolgte/mögliche Förderanträge im Rahmen des Themas • Die erreichten fachlichen Ergebnisse und deren Bewertung 			

Masterseminar			
Modulkürzel:		SPO-Nr.:	5.2
Zuordnung zum Curriculum:	Studiengang u. -richtung	Art des Moduls	Studiensemester
	Applied Research in Engineering Sciences - Master	Pflichtmodul	3
Modulverantwortliche(r):	Studiengangleiter		
Dozent(in):	Wechselnd		
Sprache:	Deutsch/Englisch		
Leistungspunkte / SWS:	2 ECTS / 2 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		24 h
	Selbststudium:		26 h
	Gesamtaufwand:		50 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	Masterseminar		
Lehrformen des Moduls:	Masterseminar		
Voraussetzungen gemäß SPO:			
Keine			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Theoretische und praktische Fertigkeiten in der Präsentation wissenschaftlicher Erkenntnisse aus den Lehrveranstaltungen der Vorstudien (z.B. Praxisseminar) und der ersten zwei Semester.			
Angestrebte Lernergebnisse:			
Die professionelle Präsentation wissenschaftlich-technischer Ergebnisse in Form von Vorträgen ist integraler Bestandteil erfolgreicher Projekte. Dazu gehört auch die Präsentation von in Gruppen erzielten Resultaten und die Präsentation komplexer Zusammenhänge mit Vorgabe eines engen Zeitrahmens. Weiter soll eine enge Korrelation zwischen den schriftlichen Projektarbeiten und den Vorträgen in den Seminaren erzielt werden.			
Inhalt:			
Die Ergebnisse der Projektarbeiten 1 und 2 und der Masterarbeit werden in begleitenden Seminaren in mündlichen Vorträgen vorgestellt und anschließend diskutiert.			
Die Seminare sollen gemeinsam von den beteiligten Hochschulen organisiert und durchgeführt werden, um eine breite fachliche Basis zu erreichen. Die Studenten sollen damit auch bewusst dafür ausgebildet werden, ihre Ergebnisse Experten aus benachbarten Fachbereichen in einer vorgegebenen Zeit vorzustellen. Arbeiten mit einem breiten experimentellen Anteil sollten möglichst innerhalb der beteiligten Institute in Kombination mit praktischen Demonstrationen vorgeführt werden.			
Dauer der Vorträge, Form, Sprache (ggf. Englisch) und eventuelle zusätzliche Begleitdokumente (Handout) werden von den Betreuern in gegenseitiger Absprache festgelegt.			
Die Diskussion der Vorträge erfolgt in gemeinsamen Gruppen der Studenten und anwesenden Betreuer. Bei Möglichkeit sollen auch Gäste aus den beteiligten Unternehmen und aus den Hochschulen allgemein eingeladen werden.			
Die Bewertung der Vorträge erfolgt durch die jeweiligen Betreuer unter Berücksichtigung der vorliegenden schriftlichen Arbeiten.			