Technische Hochschule Ingolstadt

Modulhandbuch
MEng. Elektrotechnik und Elektromobilität

Fakultät Elektro- und Informationstechnik

Stand: 28.02.2025

Inhalt

1 Einführung und Übersicht ... 3
1.1 Studienziel und Kompetenzprofil ... 3
1.2 Studienabschluss ... 4
1.3 Studienaufbau ... 4
1.4 Qualifikationsvoraussetzungen ... 4
1.5 Fachstudienberatung ... 5
1.6 Studiengangleitung ... 5

2 Curriculare Struktur ... 6
2.1 Allgemeine Pflichtfächer ... 6
2.2 Wahlpflichtmodule A ... 8
2.3 Wahlpflichtmodule B ... 9

3 Modulbeschreibungen ... 10
3.1 Allgemeine Pflichtmodule ... 10
Regelung elektrischer Antriebe ... 10
Leistungselektronische Systeme und Energienetze ... 12
Fahrdynamikregelung elektrifizierter Fahrzeuge ... 14
Modellbasierte Entwicklungsmethoden ... 16
Energiemanagement und Energiespeichersysteme ... 18
Projekt 1 ... 20
Projekt 2 ... 22
Masterarbeit ... 24
3.2 Wahlpflichtmodule A ... 27
Elektrochemie ... 27
Feldtheorie ... 29
Gesamtfahrzeugentwicklung ... 31
Netzinfrastruktur und Energietechnik ... 33

1 Einführung und Übersicht

1.1 Studienziel und Kompetenzprofil

Der Masterstudiengang *Elektrotechnik und Elektromobilität* ist ein anwendungsbezogener, wissenschaftlich fundierter, berufsqualifizierender Studiengang. Im Entwicklungsprozess der Industrie und insbesondere der Automobilindustrie spielt die Simulation und Modellierung komplexer Systeme eine entscheidende Rolle, um schnell und effizient Produkte zu entwickeln. Basierend auf theoretisch-wissenschaftlichen Grundlagen erlernen die Studierenden Methoden zur mathematischen Beschreibung aller wesentlichen Aspekte der Elektrotechnik und der Elektromobilität. Dabei wird der ganze Bogen von der Beschreibung wesentlicher Komponenten, wie Energiespeicher, Leistungselektronik, elektrische Maschinen und Getrieben, bis zum Gesamtfahrzeug bzw. Gesamtsystem aufgespannt.

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

Obwohl der Masterstudiengang *Elektrotechnik und Elektromobilität* an die Bedürfnisse der Automobilwirtschaft angepasst ist, ergibt sich für die Absolventen ein breites Arbeitsgebiet im Bereich Elektromobilität von der elektrischen Bahntechnik über elektrisch unterstütztes Fahren bei Fahrrädern und Motorrädern bis hin zur Elektromobilität in der Medizintechnik. Seit Jahren steigen die Beschäftigtenzahlen in diesen Bereichen der Elektrotechnik erheblich und beständig. Die erlernten Methoden sind aber auch bei tragbaren Geräten, wie zum Beispiel Laptops, Handys, batteriebetriebenen Werkzeugmaschinen, Rasierapparaten und Zahnbürsten hervorragend anwendbar und erweitern dadurch erheblich die Einsatzgebiete der Absolventen.

Ingenieure mit diesen Kenntnissen werden nicht nur in der Produktentwicklung benötigt, sondern auch in zunehmendem Maße in der Fertigung und im Test. In Bayern im Bereich der Automobilindustrie ist der Bedarf an Ingenieuren mit dem dargestellten Ausbildungsprofil besonders ausgeprägt in den Städten München und Ingolstadt durch die große Präsenz der Automobilhersteller sowie den zahlreichen Zulieferern.

Merkmale des Masterstudiengangs Elektrotechnik und Elektromobilität sind insbesondere:

- Eine enge Verzahnung von Theorie und Praxis durch die große Präsenz der automobilen Industrieunternehmen in der Region.
- Große Tiefe der Ausbildung im Bereich Modellierung und Simulation, um die Studierenden optimal auf die vielfältigen Aufgaben in der Industrie und im wissenschaftlichen Bereich vorzubereiten.

- Breites Anwendungsgebiet in der Industrie von der Automobilwirtschaft über die Elektromobilität im Medizinbereich bis hin zu den mobilen Geräten der „Consumer“ Industrie.
- Integration von Projektarbeit zur Erweiterung der sozialen Kompetenzen und internationaler Aspekte, um sich den Anforderungen der modernen Arbeitsprozesse und der globalen Märkte zu stellen.

1.2 Studienabschluss

Die Technische Hochschule Ingolstadt verleiht nach erfolgreicher Abschlussprüfung den akademischen Grad

Master of Engineering (M.Eng.)

1.3 Studienaufbau

Das Studium wird als Vollzeitstudium angeboten; die Regelstudienzeit beträgt drei theoretische Studiensemester (90 ECTS-Punkte), wobei das dritte Semester überwiegend der Anfertigung der Masterarbeit dienen soll.

Die Studieninhalte wurden entsprechend den Anforderungen aus Industrie- und Wissenschaft definiert. Neben Pflichtmodulen sind in den ersten beiden Studiensemestern Wahlpflichtmodule aus den zwei Wahlpflichtkatalogen A und B zu wählen.

1.4 Qualifikationsvoraussetzungen

Qualifikationsvoraussetzungen für die Zulassung zum Masterstudiengang sind:

- der erfolgreiche Abschluss eines Bachelorstudiengangs in Elektrotechnik oder Mechatronik mit mindestens 210 Leistungspunkten und mit der Prüfungsgesamtnote „gut“ oder besser (mindestens Notendurchschnitt 2,5 nach § 18 Abs. 7 RaPO) oder
- ein gleichwertiger erfolgreicher Abschluss eines Bachelorstudiengangs an einer deutschen Hochschule mit der Prüfungsgesamtnote „gut“ oder besser (mindestens Notendurchschnitt 2,5 nach § 18 Abs. 7 RaPO) oder
- der erfolgreiche Abschluss eines Diplomstudiengangs in Elektrotechnik oder Mechatronik oder eines gleichwertigen anderen Diplomstudiengangs an einer deutschen Hochschule mit der

Prüfungsgesamtnote „gut“ oder besser (mindestens Notendurchschnitt 2,5 nach § 18 Abs. 7 RaPO) oder

- ein gleichwertiger erfolgreicher Abschluss an einer ausländischen Hochschule.
- ein erfolgreich absolviertes Eignungsverfahren.

Näheres regelt die Studien- und Prüfungsordnung des Master-Studiengangs *Elektrotechnik und Elektromobilität*.

1.5 Fachstudienberatung

Für alle fachlichen Fragen und Probleme im Zusammenhang mit dem Studium steht der Fachstudienberater zur Verfügung:

Prof. Dr. Christian Birkner, Gebäude A, Raum A112, Tel. 0841 / 93 48 – 3404

Die während des Semesters geltenden Sprechstunden werden jeweils durch Aushang bekannt gemacht.

1.6 Studiengangleitung

Für Fragen die organisatorische Abwicklung des Studienganges betreffend, stehen die Studiengangleiter zur Verfügung:

Prof. Dr. Christian Birkner, Gebäude A, Raum A112, Tel. 0841 / 93 48 – 3404

Die während des Semesters geltenden Sprechstunden werden jeweils durch Aushang bekannt gemacht.

2 Curriculare Struktur

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

2.1 Allgemeine Pflichtfächer

Studienbeginn im Wintersemester

Nr.	Module	1. Sem.		2. Sem.		3. Sem.	
		SWS	CP	SWS	CP	SWS	CP
1	Regelung elektrischer Antriebe	4 (schrP)	5				
2	Leistungselektronische Systeme und Energienetze			4 (schrP)	5		
3	Fahrdynamikregelung elektrifizierter Fahrzeuge	4 (schrP)	5				
4	Modellbasierte Entwicklungsmethoden			3+1 (schrP)	5		
5	Energiemanagement und Energiespeichersysteme	4 (schrP)	5				
6/7	Projekt 1/2	4 (prA)	5	2 (prA)	5		
8	Wahlpflichtmodule A	4 (schrP)	5	4 (schrP)	5		
9	Wahlpflichtmodule B	4 (schrP)	5	8 (schrP)	2*5		
10	Masterarbeit					0	27
11	Seminar zur Masterarbeit					1 (Koll)	3
	Summe	**24**	**30**	**22**	**30**	**1**	**30**

schrP schriftliche Prüfung
prA praktische Arbeit
LN studienbegleitender Leistungsnachweis (mit/ohne Erfolg) muss bestanden sein
Koll Kolloquium

Studienbeginn im Sommersemester

Nr.	Module	1. Sem.		2. Sem.		3. Sem.	
		SWS	CP	SWS	CP	SWS	CP
1	Regelung elektrischer Antriebe			4 (schrP)	5		
2	Leistungselektronische Systeme und Energienetze	4 (schrP)	5				
3	Fahrdynamikregelung elektrifizierter Fahrzeuge			4 (schrP)	5		
4	Modellbasierte Entwicklungsmethoden	3+1 (schrP)	5				
5	Energiemanagement und Energiespeichersysteme			4 (schrP)	5		
6/7	Projekt 1/2	2 (prA)	5	4 (prA)	5		
8	Wahlpflichtmodule A	4 (schrP)	5	4 (schrP)	5		
9	Wahlpflichtmodule B	8 (schrP)	2*5	4 (schrP)	5		
10	Masterarbeit					0	27
11	Seminar zur Masterarbeit					1 (Koll)	3
	Summe	**22**	**30**	**24**	**30**	**1**	**30**

schrP schriftliche Prüfung
prA praktische Arbeit
LN studienbegleitender Leistungsnachweis (mit/ohne Erfolg) muss bestanden sein
Koll Kolloquium

2.2 Wahlpflichtmodule A

Wahlpflichtmodule A sind Module des Studiengangs, die einzeln oder in Gruppen alternativ angeboten werden. Jeder Studierende muss unter ihnen nach Maßgabe der Studien- und Prüfungsordnung eine bestimmte Auswahl treffen. Die gewählten Module werden wie Pflichtmodule behandelt.

Nr.	Module		
		SWS	CP
8.1	Elektrochemie	4 (schrP)	5
8.2	Feldtheorie	4 (schrP)	5
8.3	Gesamtfahrzeugentwicklung	4 (schrP)	5
8.4	Netzinfrastruktur und Energietechnik	4 (schrP)	5

Ein Anspruch darauf, dass sämtliche vorgesehenen Wahlpflichtmodule tatsächlich angeboten werden, besteht nicht. Desgleichen besteht kein Anspruch darauf, dass die dazugehörigen Lehrveranstaltungen bei nicht ausreichender Teilnehmerzahl durchgeführt werden. Die Wahlpflichtmodule, die in einem Semester angeboten werden, werden im Studienplan des Semesters aufgeführt.

2.3 Wahlpflichtmodule B

Wahlpflichtmodule B sind Module des Studiengangs, die einzeln oder in Gruppen alternativ angeboten werden. Jeder Studierende muss unter ihnen nach Maßgabe der Studien- und Prüfungsordnung eine bestimmte Auswahl treffen.

Die gewählten Module werden wie Pflichtmodule behandelt.

Nr.	Module		
		SWS	CP
1	Elektrifizierte Antriebstränge (WiSe)	4 (schrP)	5
2	Elektromagnetische Verträglichkeit (SoSe)	4 (schrP)	5
3	Artificial Intelligence and Automotive Systems (SoSe)	4 (schrP)	5
4	Integrale Fahrzeugsicherheit (SoSe)	4 (schrP)	5
5	Intelligente Systeme (WiSe)	4 (schrP)	5
6	Umfeldsensorik (WiSe)	4 (schrP)	5
7	Automotive Communication Systems (SoSe)	4 (schrP)	5
8	Simulations- und Testverfahren für automatisierte Fahrfunktionen (Sose)	4 (schrP)	5
9	Projekt Formula Student Electric: Entwicklung, Konstruktion, Bau und Erprobung eines FSE-Rennfahrzeugs (WiSe+SoSe)	4 (prA)	5
10	Entrepreneurship Coaching	4 (prA)	5

Ein Anspruch darauf, dass sämtliche vorgesehenen Wahlpflichtmodule tatsächlich angeboten werden, besteht nicht. Desgleichen besteht kein Anspruch darauf, dass die dazugehörigen Lehrveranstaltungen bei nicht ausreichender Teilnehmerzahl durchgeführt werden. Die Wahlpflichtmodule, die in einem Semester angeboten werden, werden im Studienplan des Semesters aufgeführt.

3 Modulbeschreibungen

3.1 Allgemeine Pflichtmodule

Regelung elektrischer Antriebe			
Modulkürzel:	EMO_REM	**SPO-Nr.:**	1
Zuordnung zum Curriculum:	**Studiengang u. -richtung**	**Art des Moduls**	**Studiensemester**
	Elektrotechnik und Elektromobilität (SPO SS 24)	Pflichtfach	1,2
Modulhäufigkeit:	nur Wintersemester	**Moduldauer:**	1 Semester

Modulverantwortliche(r):	Hermann, Robert		
Dozent(in):	Hermann, Robert		
Unterrichtssprache:	Deutsch	**Prüfungssprache:**	Deutsch
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	1: Regelung elektrischer Antriebe		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Verwendbarkeit des Moduls:	Das Modul ist in keinem anderen Studiengang der Fakultät Pflichtmodul. Bei Wechsel zu einem Studiengang einer anderen Fakultät sind die Anrechnungsmöglichkeiten mit den Verantwortlichen zu besprechen.		

Prüfungsleistungen:

schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten

Weitere Angaben zur Prüfungsform:

Keine

Voraussetzungen gemäß SPO:

Keine

Empfohlene Voraussetzungen:

Vorkenntnisse aus Elektrotechnik, Regelungstechnik und elektrischer Maschinen

Angestrebte Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,

- Konzepte moderner Antriebssysteme im Zusammenhang mit elektrifizierten Fahrzeugen unter Angabe der Unterschiede, ihrer jeweiligen Vor- und Nachteile ui erläutern.
- die Funktion elektrischer Antriebe im Antriebsstrang mobiler Systeme (z.B. Kraftfahrzeug) zu erläutern und die Interaktionen zwischen verschiedenen Elementen hinsichtlich ihrer Effektivität zu beschreiben, zu berechnen und zu analysieren.
- elektrische (Neben)-Aggregate hinsichtlich ihrer Effektiviät und Effizienz mit formal-mathematischen Mitteln zu bewerten.

- mathematisch-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 ermitteln und zu bewerten.

Inhalt:

- 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:

- SCHROEDER, D., 2013. *Elektrische Antriebe – Grundlagen*. ISBN 978-3642304705
- SCHROEDER, D., 2015. *Elektrische Antriebe - Regelung von Antriebssystemen*. 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

Weitere Anmerkungen/Sonstiges:

Keine Anmerkungen

Leistungselektronische Systeme und Energienetze

Modulkürzel:	EMO_LSE	**SPO-Nr.:**	2
Zuordnung zum Curriculum:	**Studiengang u. -richtung**	**Art des Moduls**	**Studiensemester**
	Elektrotechnik und Elektromobilität (SPO SS 24)	Pflichtfach	1,2
Modulhäufigkeit:	nur Sommersemester	**Moduldauer:**	1 Semester

Modulverantwortliche(r):	Pforr, Johannes		
Dozent(in):	Pforr, Johannes		
Unterrichtssprache:	Deutsch	**Prüfungssprache:**	Deutsch
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	2: Leistungselektronische Systeme und Energienetze		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Verwendbarkeit des Moduls:	Das Modul ist in keinem anderen Studiengang der Fakultät Pflichtmodul. Bei Wechsel zu einem Studiengang einer anderen Fakultät sind die Anrechnungsmöglichkeiten mit den Verantwortlichen zu besprechen.		

Prüfungsleistungen:

schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten

Weitere Angaben zur Prüfungsform:

Keine

Voraussetzungen gemäß SPO:

Keine

Empfohlene Voraussetzungen:

Vorkenntnisse aus Elektrotechnik, Schaltungstechnik, Regelungstechnik und elektronischer Bauelemente

Angestrebte Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,

- die wesentlichen Anwendungen von Leistungselektronik in mobilen Systemen zu erinnern.
- das Funktionsprinzips leistungselektronischer Wandler zu verstehen.
- die Entstehung elektromagnetischer Störungen und deren Ausbreitung in den Energienetzen zu verstehen.
- Methoden zu modellbasierter 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 Problem-stellungen anzuwenden.
- das stationäre und das dynamische Verhalten leistungselektronischer Wandler mit Hilfe von Modellen zu analysieren und zu bewerten.

- die unterschiedlichen Modelle leistungselektronischer Wandler für gegebene Problemstellungen zu bewerten, um geeignete Modell auszuwählen.
- aus den erlernten Methoden zur Modellierung leistungselektronischer Wandler modifizierte Methoden zu entwickeln, um neue Phänomene zu berücksichtigen.

Inhalt:

- Aufbau und Struktur elektrischer Energienetze im Kraftfahrzeug
- Funktionsprinzip automobiler leistungselektronischer Wandler
- Modellierung des Schaltverhaltens von Halbleitern in leistungselektronischen Wandlern
- Entstehung von Hochfrequenzstörungen und die Ausbreitung auf den elektrischen Energienetzen sowie die Funktionsweise von Filtern
- Methoden zur Auslegung von Bauelementen für leistungselektronische Wandler
- Methoden zur Entwicklung stationärer und dynamischer Modelle ungeregelter und geregelter leistungs-elektronischer 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:

- SPECOVIUS, Joachim, 2020. *Grundkurs Leistungselektronik: Bauelemente, Schaltungen und Systeme* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-30399-0. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-658-30399-0.
- SCHLIENZ, Ulrich, 2020. *Schaltnetzteile und ihre Peripherie: Dimensionierung, Einsatz, EMV* [online]. Wiesbaden: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-658-29490-8. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-658-29490-8.
- ERICKSON, Robert W., MAKSIMOVIĆ, Dragan, 2020. *Fundamentals of power electronics* [online]. Cham: Springer PDF e-Book. ISBN 978-3-030-43881-4. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-030-43881-4.
- WINTRICH, Arendt und andere, 2015. *Applikationshandbuch Leistungshalbleiter*. Ilmenau: ISLE Verlag. ISBN 978-3-938843-85-7, 9783938843857
- KASSAKIAN, John G. und andere, 2024. *Principles of power electronics*. Cambridge: Cambridge University Press. ISBN 978-1-316-51951-6

Weitere Anmerkungen/Sonstiges:

Keine Anmerkungen

Fahrdynamikregelung elektrifizierter Fahrzeuge

Modulkürzel:	EMO_MA1	**SPO-Nr.:**	3
Zuordnung zum Curriculum:	**Studiengang u. -richtung**	**Art des Moduls**	**Studiensemester**
	Elektrotechnik und Elektromobilität (SPO SS 24)	Pflichtfach	1,2
Modulhäufigkeit:	nur Wintersemester	**Moduldauer:**	1 Semester

Modulverantwortliche(r):	Arnold, Armin		
Dozent(in):	Arnold, Armin		
Unterrichtssprache:	Deutsch	**Prüfungssprache:**	Deutsch
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	3: Fahrdynamikregelung elektrifizierter Fahrzeuge		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Verwendbarkeit des Moduls:	Das Modul ist in keinem anderen Studiengang der Fakultät Pflichtmodul. Bei Wechsel zu einem Studiengang einer anderen Fakultät sind die Anrechnungsmöglichkeiten mit den Verantwortlichen zu besprechen.		

Prüfungsleistungen:

schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten

Weitere Angaben zur Prüfungsform:

Keine

Voraussetzungen gemäß SPO:

Keine

Empfohlene Voraussetzungen:

Keine

Angestrebte Lernergebnisse:

Nach dem Besuch der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage,

- die fahrdynamisch relevanten Reifeneigenschaften wiederzugeben und zu beurteilen.
- mit vereinfachten Fahrzeugmodellierungen umzugehen und zu rechnen.
- das Zusammenspiel von Antrieb(en), Bremse sowie Fahrwerk zu analysieren, d.h. von:
  - Aufhängungsgeometrie (Wankzentrum, Instantzentrum, (Elasto-)Kinematik etc.)
  - Federhärten
  - Schwerpunktlage
  - Differenzialen inklusive Sperrdifferentialen, Torque-Vectoring-Differenzialen.
- konventionelle ABS-Regelungen zu erklären.
- konventionelle Fahrdynamikregelungen zu erklären.
- die Zusatzmöglichkeiten durch Vierradlenkung, Torque-Vectoring und aktive Fahrwerke darzustellen.

- die Zusatzmöglichkeiten und Schwierigkeiten eines elektrifizierten Antriebsstranges abzuleiten.

Inhalt:

- Reifen und Reifeneigenschaften unter verschiedenen Bedingungen (Sturz, Normalkraft, kombinierte Längs-- und Querkräfte, Kamm'scher Kreis und dessen Anwendung)
- Fahrzeugmodell (Einspur- und Zweispurmodell)
- Beeinflussung des Fahrverhaltens durch übliche Vorgehensweisen:
  - Fahrwerk: Roll- und Instantzentrum
  - Federhärten
  - Schwerpunktlage
  - Verteilung von Antriebs-- und Bremsmomenten
- ABS
- konventionelle Fahrdynamikregelungen
- Torque Vectoring
- zusätzliche Möglichkeiten und auch Probleme durch Elektroantriebe

Literatur:

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

Weitere Anmerkungen/Sonstiges:

Keine Anmerkungen

Modellbasierte Entwicklungsmethoden

Modulkürzel:	EMO_MBD	**SPO-Nr.:**	4
Zuordnung zum Curriculum:	**Studiengang u. -richtung**	**Art des Moduls**	**Studiensemester**
	Elektrotechnik und Elektromobilität (SPO SS 24)	Pflichtfach	1,2
Modulhäufigkeit:	nur Sommersemester	**Moduldauer:**	1 Semester

Modulverantwortliche(r):	Schiele, Thomas		
Dozent(in):	Schiele, Thomas		
Unterrichtssprache:	Deutsch	**Prüfungssprache:**	Deutsch
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden: 47 h Selbststudium: 78 h Gesamtaufwand: 125 h		
Lehrveranstaltungen des Moduls:	4: Modellbasierte Entwicklungsmethoden		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Verwendbarkeit des Moduls:	Das Modul ist in keinem anderen Studiengang der Fakultät Pflichtmodul. Bei Wechsel zu einem Studiengang einer anderen Fakultät sind die Anrechnungsmöglichkeiten mit den Verantwortlichen zu besprechen.		

Prüfungsleistungen:

schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten

Weitere Angaben zur Prüfungsform:

Keine

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:

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage,

- gekoppelte Systeme (elektrisch, mechanisch, hydraulisch, thermodynamisch) 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.
- reale Regelkreise als Simulationsmodelle abzubilden und eine Vorauslegung der Reglerparameter durch modellbasierte Methoden vorzunehmen.

- sowohl Regler als auch Steckenmodelle (inklusive der nötigen Erweiterungen) auf eine Echtzeit-Hardware zu portieren (Hardware in the Loop Simulation).
- Grenzen modellbasierter Methoden einzuschätzen u. Fehlerquellen bei deren Einsatz zu identifizieren.

Inhalt:

- Aufstellen von gewöhnlichen (teilweise nichtlinearen oder zeitvarianten) Differentialgleichungen und Differentialgleichungssystemen für reale (teilweise gekoppelte) Systeme
- einfache Beispiele für thermodynamische und hydraulische/fluiddynamische Systeme
- mechanische Modellierung mit dem Fokus auf der Anwendung im Fahrzeug
- Modellierung geregelter Systeme --> Model-in-the-Loop (MiL) Simulationen
- Parametrierung, Parameteroptimierung und Verifikation von Modellen
- Visualisierung von Mess- und Simulationsdaten
- Auswahl und Festlegung geeigneter Solver und deren Einstellungen für die numerische Lösung von Differentialgleichungsproblemen
- Auto-Codegenerierung für die Portierung von Simulationsmodellen auf eine Echtzeit-Zielplattform
- Entwicklung und Auto-Codegenerierung geeigneter Hardware-Treiber für die Signalkommunikation für Hardware-in-the-Loop Anwendungen von Modellen
- Grundlegende Ansätze zur Schaffung von Interaktionsmöglichkeiten zwischen Mikrocomputersystemen sowie Mikrocomputer und PC

Literatur:

- SCHERF, Helmut E., 2010. *Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme: eine Sammlung von Simulink-Beispielen*. München: Oldenbourg. ISBN 978-3-486-59655-7, 3-486-58277-1
- SCHRAMM, Dieter, HILLER, Manfred, BARDINI, Roberto, 2018. *Modellbildung und Simulation der Dynamik von Kraftfahrzeugen* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-662-54481-5. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-662-54481-5.
- GLÖCKLER, Michael, 2023. *Simulation mechatronischer Systeme: Grundlagen und Beispiele für MATLAB und Simulink* [online]. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden PDF e-Book. ISBN 978-3-658-42523-4. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-658-42523-4.
- ANGERMANN, Anne, BEUSCHEL, Michael, RAU, Martin, WOHLFARTH, Ulrich, 2020. *MATLAB - Simulink - Stateflow: Grundlagen, Toolboxen, Beispiele* [online]. Berlin: De Gruyter PDF e-Book. ISBN 978-3-11-063642-0, 978-3-11-063671-0. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1515/9783110636420.

Weitere Anmerkungen/Sonstiges:

Keine Anmerkungen

Energiemanagement und Energiespeichersysteme

Modulkürzel:	EMO_EMS	**SPO-Nr.:**	5
Zuordnung zum Curriculum:	**Studiengang u. -richtung**	**Art des Moduls**	**Studiensemester**
	Elektrotechnik und Elektromobilität (SPO SS 24)	Pflichtfach	1,2
Modulhäufigkeit:	nur Wintersemester	**Moduldauer:**	1 Semester

Modulverantwortliche(r):	Schweiger, Hans-Georg		
Dozent(in):	Schweiger, Hans-Georg		
Unterrichtssprache:	Deutsch	**Prüfungssprache:**	Deutsch
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	5: Energiemanagement und Energiespeichersysteme		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Verwendbarkeit des Moduls:	Das Modul ist in keinem anderen Studiengang der Fakultät Pflichtmodul. Bei Wechsel zu einem Studiengang einer anderen Fakultät sind die Anrechnungsmöglichkeiten mit den Verantwortlichen zu besprechen.		

Prüfungsleistungen:

schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten

Weitere Angaben zur Prüfungsform:

Keine

Voraussetzungen gemäß SPO:

Keine

Empfohlene Voraussetzungen:

Keine

Angestrebte Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an dem Modul haben Studierende

- vertiefte Kenntnis des Aufbaus von Energiespeichersystemen von Hybrid und Elektrofahrzeugen.
- vertiefte Kenntnis der wesentlichen Komponenten und Baugruppen von Energiespeichersystemen und deren Eigenschaften.
- die Fähigkeit zur Auslegung von Batteriesystemen für die Anwendung im PKW (xHEV, EV).
- die Fähigkeit Abusetests von Batteriesystemen zu planen und die Ergebnisse zu bewerten.
- die Fähigkeit zur Entwicklung von Modellen zur Beschreibung des Klemmverhaltens und der Alterung von Energiespeichersystemen.
- Parameter von Batterie zu ermitteln, Versuche mit Batterie zu planen und Ergebnisse inkl. der Messgenauigkeit zu bewerten.
- vertiefte Kenntnis zur Auslegung der Elektrischen Isolation und deren Prüfverfahren.

- die Fähigkeit zur Entwicklung zur Simulationsmodellen zur Beschreibung von Komponenten und Baugruppen von Energiespeichern und Kenntnis ihrer Grenzen.
- vertiefte Kenntnis der im Fahrzeug eingesetzten Algorithmen zur Batteriezustandserkennung und zum Energiemanagement und die Fähigkeit Algorithmen Batteriezustandserkennung und zum Energiemanagement zu entwickeln.
- die Befähigung, sich selbständig in ein Thema aus dem Bereich der Energiespeicher einzuarbeiten und die Ergebnisse vor einer Gruppe zu präsentieren.

Inhalt:

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

Literatur:

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

Weitere Anmerkungen/Sonstiges:

Bonuspunkteregelung

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

Projekt 1

Modulkürzel:	EMO_PR1	**SPO-Nr.:**	6
Zuordnung zum Curriculum:	**Studiengang u. -richtung**	**Art des Moduls**	**Studiensemester**
	Elektrotechnik und Elektromobilität (SPO SS 24)	Pflichtfach	1
Modulhäufigkeit:	Winter- und Sommersemester	**Moduldauer:**	1 Semester

Modulverantwortliche(r):	Birkner, Christian		
Dozent(in):	Bauder, Maximilian; Kern, Tobias; Langer, Robin; Rozek, Lukas		
Unterrichtssprache:	Deutsch	**Prüfungssprache:**	Deutsch
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	6: Projekt 1		
Lehrformen des Moduls:	Prj - Projekt		
Verwendbarkeit des Moduls:	Keine		

Prüfungsleistungen:

PA - Projektarbeit mündliche Präsentation (15 min) schriftliche Ausarbeitung 5-25 Seiten

Weitere Angaben zur Prüfungsform:

Keine

Voraussetzungen gemäß SPO:

Keine

Empfohlene Voraussetzungen:

Keine

Angestrebte Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage,

- eine komplexe fachliche Aufgabenstellung über ein Semester hinweg in einem Team erfolgreich zu bearbeiten.
- professionell auf einem angemessenen Abstraktionsniveau Problemstellungen und Lösungsansätze zu erörtern.
- Projektergebnisse vor Publikum überzeugend zu präsentieren.
- eine konzentrierte schriftliche Darstellung von Aufgabenstellung, Analyse, Lösungskonzept und Umsetzung zu erstellen.

Inhalt:

Bearbeitung einer semesterbegleitenden Projektaufgabe aus dem Gebiet der Elektromobilität im Team.

Aufgabenstellungen werden semesterweise zusammengestellt, entsprechend den Themen aus Laboren und Forschungseinrichtungen sowie dem Angebot von Unternehmen, insbes. von Dualpartnern.

Literatur:
Wird zu Beginn bekannt gegeben
Weitere Anmerkungen/Sonstiges:
Bewertet wird die individuelle Leistung im Projektteam, die sich aus der Originalität und Qualität der praktischen Arbeit im Projekt, den internen und externen Präsentationen und dem schriftlichen Projektbericht ergibt. Erfolgreiche Teilnahme ist Voraussetzung für das 2. Projekt.

Projekt 2

Modulkürzel:	EMO_PR2	**SPO-Nr.:**	7
Zuordnung zum Curriculum:	**Studiengang u. -richtung**	**Art des Moduls**	**Studiensemester**
	Elektrotechnik und Elektromobilität (SPO SS 24)	Pflichtfach	2
Modulhäufigkeit:	Winter- und Sommersemester	**Moduldauer:**	1 Semester

Modulverantwortliche(r):	Birkner, Christian		
Dozent(in):	Bauder, Maximilian; Kern, Tobias; Langer, Robin; Rozek, Lukas		
Unterrichtssprache:	Deutsch	**Prüfungssprache:**	Deutsch
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 2 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		24 h
	Selbststudium:		101 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	7: Projekt 2		
Lehrformen des Moduls:	Prj Projekt		
Verwendbarkeit des Moduls:	Keine		

Prüfungsleistungen:

PA - Projektarbeit mündliche Präsentation (15 min) schriftliche Ausarbeitung 5-25 Seiten

Weitere Angaben zur Prüfungsform:

Keine

Voraussetzungen gemäß SPO:

erfolgreiche Teilnahme an Projekt 1

Empfohlene Voraussetzungen:

Keine

Angestrebte Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage,

- eine komplexe fachliche Aufgabenstellung über ein Semester hinweg in einem Team erfolgreich zu bearbeiten.
- Projektergebnisse vor Publikum überzeugend zu präsentieren.
- professionell auf einem angemessenen Abstraktionsniveau Problemstellungen und Lösungsansätze zu erörtern.
- eine konzentrierte schriftliche Darstellung von Aufgabenstellung, Analyse, Lösungskonzept und Umsetzung vorzunehmen.

Inhalt:

Bearbeitung einer semesterbegleitenden Projektaufgabe aus dem Gebiet der Elektromobilität im Team.

Aufgabenstellungen, die i.d.R. die des Projekts 1 fortsetzen, werden semesterweise zusammengestellt, entsprechend den Themen aus Laboren und Forschungseinrichtungen sowie dem Angebot von Unternehmen, insbes. von Dualpartnern.

Literatur:
Wird zu Beginn bekannt gegeben
Weitere Anmerkungen/Sonstiges:
Bewertet wird die individuelle Leistung im Projektteam, die sich aus der Originalität und Qualität der praktischen Arbeit im Projekt, den internen und externen Präsentationen und dem schriftlichen Projektbericht ergibt. Erfolgreiche Teilnahme an Projekt 1 ist Voraussetzung für die Zulassung zu Projekt 2.

Masterarbeit

Modulkürzel:	EMO_MA	**SPO-Nr.:**	10
Zuordnung zum Curriculum:	**Studiengang u. -richtung**	**Art des Moduls**	**Studiensemester**
	Elektrotechnik und Elektromobilität (SPO SS 24)	Pflichtfach	3
Modulhäufigkeit:	Winter- und Sommersemester	**Moduldauer:**	1 Semester

Modulverantwortliche(r):	Birkner, Christian		
Dozent(in):	Alle Professorinnen/Professoren, (EMO_MA) Alle Professorinnen/Professoren, (EMO_MAS)		
Unterrichtssprache:	Deutsch	**Prüfungssprache:**	Deutsch
Leistungspunkte / SWS:	30 ECTS / 1 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		12 h
	Selbststudium:		738 h
	Gesamtaufwand:		750 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	10.1: Masterarbeit 10.2: Seminar zur Masterarbeit		
Lehrformen des Moduls:	Masterarbeit: MA - Masterarbeit Seminar zur Masterarbeit: S - Seminar		
Verwendbarkeit des Moduls:	Keine		

Prüfungsleistungen:

Masterarbeit: Master-Abschlussarbeit
Seminar zur Masterarbeit: KO - Kolloquium

Weitere Angaben zur Prüfungsform:

Im Allgemeinen suchen sich Studierende selbständig ein Thema für ihre Abschlussarbeit. Themen werden entweder hochschulintern von Lehrenden der Hochschule in Aushängen (auch online) angeboten oder ergeben sich aus der Kooperation des Studierenden mit einem Unternehmen. Im Fall einer extern gestellten Themenstellung muss der Studierende einen Lehrenden der Hochschule von seinem Thema begeistern, damit dieser die Rolle des Erstprüfers übernimmt. Zu diesem Zweck empfiehlt es sich, die Themenstellung und die geplante Herangehensweise in einer kurzen Ausarbeitung zu skizzieren. Dieses Exposé dient dazu, den als Erstprüfer gewünschten Lehrenden zu überzeugen.

Im Zuge des Seminars zur Masterarbeit muss an regelmäßigen Treffen mit dem betreuenden Professor/Dozenten (Erstgutachter) teilgenommen werden.

Voraussetzungen gemäß SPO:

Keine

Empfohlene Voraussetzungen:

Keine

Angestrebte Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Erstellung der Masterarbeit sind die Studierenden in der Lage

- innerhalb eines begrenzten Zeitraums und eines u.U. vorgegebenen Budgets eine komplexe ingenieurwissenschaftliche Fragestellung aus dem Fachgebiet des Studiengangs nach wissenschaftlichen Methoden qualifiziert und eigenverantwortlich zu bearbeiten.
- systematisch und kreativ Lösungen für gleichartige Fragestellungen zu erarbeiten.
- Grenzen der aufgezeigten Lösung zu ermitteln und zu bewerten.
- Aufgabenstellung, ihre Einordnung in einen Gesamtzusammenhang sowie eine Darstellung und Diskussion des Problemlösungswegs und der Ergebnisse unter Einhaltung der Regeln für wissenschaftliche Texte (Stringenz, Transparenz usw.) und formaler Kriterien zu erstellen.
- die Gute Wissenschaftliche Praxis zu befolgen und wissenschaftliche Arbeitsmethoden anzuwenden.

Die Studierenden sind in der Lage, die Inhalte ihrer wissenschaftlich-technischen Arbeiten sowie die Strategie der Problembehandlung und die Lösungswege strukturiert vorzutragen und in einer anschließenden Befragung und Diskussion nach wissenschaftlichen Maßstäben überzeugend zu vertreten.

Inhalt:

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

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

Dual Studierende erstellen die Abschlussarbeit in Kooperation mit dem Praxispartner unter wissenschaftlicher Leitung der Hochschule. Die akademische Betreuung hochschulseitig steht in Kontakt mit dem Praxispartner und es findet mindestens einmal ein wissenschaftlicher Austausch statt. Die wesentlichen Ergebnisse der Arbeit werden dem Praxispartner und der betreuenden Professorin bzw. dem betreuenden Professor durch die dual Studierende bzw. den dual Studierenden im Rahmen des Kolloquiums präsentiert und verteidigt.

- Einarbeitung in das wissenschaftlich-technische Problem der Aufgabenstellung zur Masterarbeit
- Analyse und Bewertung der relevanten wissenschaftlichen Vorarbeiten
- Erarbeitung und Bewertung eigener Lösungsansätze
- Implementierung der Lösung
- Fachlich-wissenschaftliche Darstellung der Methodik sowie der Lösung in Schriftform
- Präsentation von Methodik und Ergebnissen in einem Vortrag sowie deren wissenschaftliche Vertretung in einer anschließenden Befragung mit Diskussion.

Literatur:

- KARMASIN, Matthias und Rainer RIBING, 2019. *Die Gestaltung wissenschaftlicher Arbeiten: ein Leitfaden für Facharbeit/VWA, Seminararbeiten, Bachelor-, Master-, Magister- und Diplomarbeiten sowie Dissertationen*. 10. Auflage. Wien: facultas. ISBN 978-3-8385-5313-9

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

- HEESEN, Bernd, 2010. *Wissenschaftliches Arbeiten: Vorlagen und Techniken für das Bachelor-, Master- und Promotionsstudium*. Heidelberg [u.a.]: Springer. ISBN 978-3-642-03375-9
- FRANKE, Fabian, KEMPE, Hannah, 2014. *Schlüsselkompetenzen: Literatur recherchieren in Bibliotheken und Internet* [online]. Stuttgart: Verlag J.B. Metzler PDF e-Book. ISBN 978-3-476-01248-7. Verfügbar unter: 10.1007/978-3-476-01248-7.
- FRANCK, Norbert und Joachim STARY, 2013. *Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens: eine praktische Anleitung*. 17. Auflage. Paderborn: Ferdinand Schöningh. ISBN 978-3-8385-4040-5

- FERNER, . *einschlägige Fachliteratur, je nach Aufgabenstellung, insbesondere aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen und Konferenzbeiträge* [online]. PDF e-Book.

Weitere Anmerkungen/Sonstiges:

Wichtige Hinweise: Setzen Sie Ihre Betreuer und Erstprüfer regelmäßig in Kenntnis von Ihren Fortschritten. Klären Sie insbesondere deren Erwartungen an den Inhalt der Arbeit ab. Für die Bearbeitung der Masterarbeit wird ein ganzes Semester veranschlagt (30 Leistungspunkte), wohingegen für die Bearbeitung der Bachelorarbeit nur 12 Leistungspunkte veranschlagt werden. Daraus wird ersichtlich, dass hinsichtlich Umfangs und Inhalt an eine Masterarbeit wesentlich höhere Ansprüche gestellt werden als an eine Bachelorarbeit. Insbesondere der wissenschaftliche Charakter sollte bei einer Masterarbeit stärker betont werden:

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

3.2 Wahlpflichtmodule A

Elektrochemie			
Modulkürzel:	EMO_ELC	**SPO-Nr.:**	8
Zuordnung zum Curriculum:	**Studiengang u. -richtung**	**Art des Moduls**	**Studiensemester**
	Elektrotechnik und Elektromobilität (SPO SS 24)	unbestimmt	1,2
Modulhäufigkeit:	nur Sommersemester	**Moduldauer:**	1 Semester

Modulverantwortliche(r):	Lott, Susanne		
Dozent(in):	Lott, Susanne		
Unterrichtssprache:	Deutsch	**Prüfungssprache:**	Deutsch
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	8: Elektrochemie		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Verwendbarkeit des Moduls:	Keine		

Prüfungsleistungen:

schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten

Weitere Angaben zur Prüfungsform:

Keine

Voraussetzungen gemäß SPO:

Keine

Empfohlene Voraussetzungen:

Keine

Angestrebte Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,

- 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 und anzuwenden.
- die Ergebnisse der Impedanz-Spektroskopie mit Ersatzschaltbildmodellen zu beschreiben.

Inhalt:

- Wiederholung: Grundlagen Elektrochemie
  (Redox Reaktionen, Elektrolyte, Ionen, Zelle, Faradaysche Gesetze, chem. Reaktionen)
- Leitfähigkeit und Wechselwirkungen in ionischen Systemen

- elektrolytische Leitfähigkeit
- Starke und Schwache Elektrolyte
- Ionen-Beweglichkeit und Transportprozesse
- Überführungszahlen
- Debye-Hückel-Theorie

- Potentiale - Elektrochemie im Gleichgewicht
  - Chemische und Elektrochemische Potentiale
  - Nernstgleichung
  - Flüssigkeitspotentiale
  - Elektrochemische Doppelschicht
- Ströme - Elektrochemie im Ungleichgewicht
  - Konzept der Überspannung
  - Durchtrittslimitierung
  - Konzentrationslimitierung
  - Reaktionsüberspannung
  - Elektrokristallation
- Anwendungen der Elektrochemie
  - Galvanik
  - Elektrochem. Analytik
  - Energiespeicherzellen
  - Impedanzspektroskopie

Literatur:

Wird zu Beginn bekannt gegeben

Weitere Anmerkungen/Sonstiges:

Keine Anmerkungen

Feldtheorie

Modulkürzel:	EMO_EFT	**SPO-Nr.:**	8
Zuordnung zum Curriculum:	**Studiengang u. -richtung**	**Art des Moduls**	**Studiensemester**
	Elektrotechnik und Elektromobilität (SPO SS 24)	Allgemeines Wahlpflichtfach	1,2
Modulhäufigkeit:	nur Wintersemester	**Moduldauer:**	1 Semester

Modulverantwortliche(r):	Gaul, Lorenz		
Dozent(in):	Gaul, Lorenz		
Unterrichtssprache:	Deutsch	**Prüfungssprache:**	Deutsch
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	8: Feldtheorie		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Verwendbarkeit des Moduls:	Keine		

Prüfungsleistungen:

schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten

Weitere Angaben zur Prüfungsform:

Keine

Voraussetzungen gemäß SPO:

Keine

Empfohlene Voraussetzungen:

Keine

Angestrebte Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,

- die Maxwellschen Gleichungen in integraler und differentieller Schreibweise darzustellen und zu erläutern,
- den Unterschied zwischen mikroskopischer und makroskopischer Beschreibung zu erklären,
- die Zusammenhänge der feldtheoretischen Beziehungen zu vereinfachten Formeln der Elektrotechnik abzuleiten sowie deren Grenzen zu erkennen,
- das Verhalten der Lösungen verschiedener partieller Differentialgleichungstypen wie Poisson-, Diffusion- und Wellengleichung zu erklären und auf die Lösungen der Maxwellschen Gleichungen zu übertragen,
- numerische Methoden zur Lösung der Maxwellschen Gleichungen zu beschreiben,
- die Kenntnisse anzuwenden, um feldtheoretische Probleme zu analysieren und grundlegende Berechnungen auf Basis der Maxwellschen Gleichungen durchzuführen sowie komplexe Berechnungen zu überprüfen und nachzuvollziehen.

Inhalt:

- Maxwellsche Gleichungen in integraler Form
- Grundzüge der Vektoranalysis: Nabla-Operator und Gradient, Divergenz und Rotation, Sätze von Gauß und Stokes
- Maxwellsche 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 Maxwellschen Gleichungen
- Anwendung auf Abstrahlung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen, Signalausbreitung auf verlustlosen und verlustbehafteten Leitungen, Schirmungsprobleme, Signal- und Spannungsversorgungsintegritätsprobleme, Bezüge zur Wärmeleitungs- und Transporttheorie
- Übungen zu Feldberechnungen mit Hilfe eines 3D-Simulationsprogrammes

Literatur:

- GAUL, Lorenz, 2023. *Feldtheorie Übungskatalog zur Vorlesung (Moodle)* [online]. PDF e-Book.
- GAUL, Lorenz, 2023. *Elektromagnetische Feldtheorie Skript zur Vorlesung (Moodle)* [online]. PDF e-Book.
- 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
- LEHNER, Günther, KURZ, Stefan, 2021. *Elektromagnetische Feldtheorie: für Ingenieure und Physiker* [online]. Berlin: Springer Vieweg PDF e-Book. ISBN 978-3-662-63069-3. Verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-662-63069-3.

Weitere Anmerkungen/Sonstiges:

Keine Anmerkungen

Gesamtfahrzeugentwicklung

Modulkürzel:	EMO_GFE	**SPO-Nr.:**	8
Zuordnung zum Curriculum:	**Studiengang u. -richtung**	**Art des Moduls**	**Studiensemester**
	Elektrotechnik und Elektromobilität (SPO SS 24)	Allgemeines Wahlpflichtfach	1,2
Modulhäufigkeit:	nur Sommersemester	**Moduldauer:**	1 Semester

Modulverantwortliche(r):	Birkner, Christian		
Dozent(in):	Birkner, Christian		
Unterrichtssprache:	Deutsch	**Prüfungssprache:**	Deutsch
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden: 47 h Selbststudium: 78 h Gesamtaufwand: 125 h		
Lehrveranstaltungen des Moduls:	8: Gesamtfahrzeugentwicklung		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Verwendbarkeit des Moduls:	Keine		

Prüfungsleistungen:

schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten

Weitere Angaben zur Prüfungsform:

Keine

Voraussetzungen gemäß SPO:

Keine

Empfohlene Voraussetzungen:

Vertiefte Kenntnisse Elektromotoren und deren Regelungen

Angestrebte Lernergebnisse:

Nach dem Besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- die Auswirkungen elektrifizierter Antriebstränge auf das Fahrverhalten von Fahrzeugen zu bewerten und zu berechnen.
- die Sicherheitsrelevanz von Antriebstrangkomponenten zu kennen.
- die Grundlagen der Fahrzeugkomponenten im Antriebstrang inklusive der Bordnetze zu erläutern.

Inhalt:

- Einführung in Entwicklungsprozesse und die Funktionale Sicherheit nach ISO26262
- Grundlagen der Fahrdynamik von Personenkraftwagen
- Simulation von Längs- und Querdynamikverhalten mit 2-Spur-Modellen von Kraftfahrzeugen
- Grundlagen der elektrischen Antriebe (kurze Wiedeholung)
- Bordnetzkomponenten im NV- und HV-Bordnetz
- Absicherungsverfahren im Gesamtfahrzeug

Literatur:
Wird zu Beginn bekannt gegeben
Weitere Anmerkungen/Sonstiges:
Keine Anmerkungen

Netzinfrastruktur und Energietechnik

Modulkürzel:	EMO_GET	**SPO-Nr.:**	8
Zuordnung zum Curriculum:	**Studiengang u. -richtung**	**Art des Moduls**	**Studiensemester**
	Elektrotechnik und Elektromobilität (SPO SS 24)	Allgemeines Wahlpflichtfach	1,2
Modulhäufigkeit:	nur Wintersemester	**Moduldauer:**	1 Semester

Modulverantwortliche(r):	Birkner, Christian		
Dozent(in):	Huber, Matthias; Kotak, Yash		
Unterrichtssprache:	Deutsch	**Prüfungssprache:**	Deutsch
Leistungspunkte / SWS:	5 ECTS / 4 SWS		
Arbeitsaufwand:	Kontaktstunden:		47 h
	Selbststudium:		78 h
	Gesamtaufwand:		125 h
Lehrveranstaltungen des Moduls:	8: Netzinfrastruktur und Energietechnik		
Lehrformen des Moduls:	SU/Ü - seminaristischer Unterricht/Übung		
Verwendbarkeit des Moduls:	Keine		

Prüfungsleistungen:

schrP90 - schriftliche Prüfung, 90 Minuten

Weitere Angaben zur Prüfungsform:

Keine

Voraussetzungen gemäß SPO:

keine

Empfohlene Voraussetzungen:

keine

Angestrebte Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage,

- die globalen Zusammenhänge und Herausforderungen in den europäischen Energienetzen zu verstehen.
- die zukünftigen Anforderungen an Energienetze für die flächendeckende Verbreitung der EV-Ladeinfrastruktur wiederzugeben.
- die Auslegung einer beispielhaften Ladeinfrastruktur (z.B. in einem Parkhaus) inklusive der Dimensionierungen und Verlustleistungen und Anschlussleistungen überschlagsmäßig zu berechnen.
- Methoden zur Simulation von Lade-Infrastruktur-Systemen zu verstehen und gegebenenfalls auf gegebene Problemstellungen anzuwenden.
- aus den erlernten Methoden zur Moodellierung der elektrischen Ladeinfrastrukturen modifizierte Methoden zu entwickeln, um neue Problemstellungen zu beschreiben und Lösungsansätze zu generieren.

Inhalt:

1. Einführung in die Energienetze

- Definition und Zweck: Energienetze (Stromnetze, Gaspipelines usw.) im Energiesystem.
- Arten von Netzen (Übertragungsnetze, Verteilungsnetze, Intelligente Netze)

2. Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge (EVs)

- Arten von Ladestationen und Lade-Modi (konduktives Laden nach Level 1, 2, 3 (AC) und 4 (DC), induktives Laden)
- Die Rolle von Ladenetzwerken, Wachstum des EV-Lademarktes

3. Energiemarktdynamik

- Elektrizitätsmärkte, Ladungsmarkt, Integration von Ladestationen z. B. mit Demand Response, Peak Shaving und Energiespeicherung.

4. Auswirkungen des EV-Ladens auf die Energienetze

- Auswirkungen auf die Last, Netzstabilität, Lokale vs. nationale Auswirkungen

5. Regulierung und politische Erwägungen

- Politische Maßnahmen der Regierung, Vorschriften für Ladestationen, Nachhaltigkeitsziele

6. Herausforderungen und Chancen

- Netzmodernisierung, Interoperabilität, Speicherung und Integration erneuerbarer Energien, Dezentralisierung und Peer-to-Peer-Laden:

7. Zukünftige Trends in Energienetzen und Lademärkten und Fallstudien / Beispiele

- Vehicle-to-Grid (V2G) Technologie, KI und Datenanalyse, Globale Perspektiven
- Erfolgreiche Integrationen und deren Herausforderungen

Literatur:

- DOLESKI, Oliver, . *Handbuch elektrische Energieversorgung*. ISBN 978-3-11-075363-9
- SCHULZE, Olaf, . *Elektromobilität – ein Ratgeber für Entscheider, Errichter, Betreiber und Nutzer : Facetten zu Ladeinfra-struktur, Subventionsregeln, Kosten und Handling*. ISBN 978-3-658-32611-1
- SCHLUND, Jonas, . *Electric vehicle charging flexibility for ancillary services in the German electrical power system*.
- KARLE, Anton, . *Elektromobilität : Grundlagen und Praxis*. ISBN 978-3-446-47509-0

Weitere Anmerkungen/Sonstiges:

Keine Anmerkungen