

Master Elektromobilität (berufsbegleitend), M. Eng.

# **MODULHANDBUCH**

**(Externenprüfungsordnung der Hochschule Esslingen  
vom 07.05.2019)**

Stand Februar 2019

# Inhaltsverzeichnis

<b>Semester 1</b> .....	<b>4</b>
Theoretische Grundlagen der Elektromobilität.....	5
Mobilitätskonzepte und Infrastruktur .....	8
Systemsimulation.....	11
Werkstoffe und Leichtbau für Elektromobilität .....	13
<b>Semester 2</b> .....	<b>16</b>
Elektrische Antriebe .....	17
Elektromobile Fahrzeugsysteme.....	20
Leistungselektronik und Sicherheitskonzepte.....	23
Antriebsstrang und -systeme .....	26
Transferprojekt I .....	28
<b>Semester 3</b> .....	<b>30</b>
Systems Engineering.....	31
Fahrer und Fahrstrategien.....	34
Mobile Energiesysteme .....	37
Transferprojekt II.....	39
Mastermodul .....	42

Hinsichtlich der Verteilung der Module auf die einzelnen Semester kann es aus organisatorischen Gründen Abweichungen vom Curriculum geben. Es wird aber gewährleistet, dass es durch die Verschiebung zu keiner Beeinträchtigung der Studierbarkeit kommt.

### Verwendete Abkürzungen der Prüfungsarten:

- AB = Auswertungsbericht
- BA = Bachelorarbeit
- BE = Bericht
- BL = Blockveranstaltung
- BV = Besonderes Verfahren
- EW = konstruktiver Entwurf
- HA = Hausarbeit
- HR = Hausarbeit/Referat
- KL = Klausur
- KO = Konstruktion
- KO = Kolloquium
- LA = Laborarbeit
- MA = Masterarbeit
- ML = Mündliche Leistung
- MP = Mündliche Prüfung
- PA = Projektarbeit
- PK = Protokoll
- PO = Portfolio
- PR = Praktische Arbeit
- RE = Referat
- ST = Studienarbeit
- TE = Testat

### Modulübersicht

Semester 1	Semester 2	Semester 3	Semester 4
Theoretische Grundlagen der Elektromobilität	Elektrische Antriebe	Systems Engineering	Master-Thesis
Mobilitätskonzepte und Infrastruktur	Elektromobile Fahrzeugsysteme	Fahrer und Fahrstrategien	
Systemsimulation	Leistungselektronik und Sicherheitskonzepte	Mobile Energiesysteme	
Werkstoffe und Leichtbau für Elektromobilität	Antriebsstrang und Systeme	Transferprojekt II	
	Transferprojekt I		

# Semester 1

---

## Theoretische Grundlagen der Elektromobilität

---

Die Studierenden werden befähigt, technische Problemstellungen in mathematischen Modellen abzubilden. Sie erlernen bzw. wiederholen Verfahren, die in aufbauenden Kursen des Masterstudiums, z.B. im Bereich rechnergestützter Simulationen, eingesetzt werden. Die Studierenden werden befähigt, mathematische Modelle technischer Problemstellungen aus der Produktentwicklung, skript-basiert in matrixorientierter Kommandosprache zu programmieren. Ferner erlernen sie Methoden und Simulationstechniken in Blockdarstellung für den Entwurf technischer Systeme, um Machbarkeitsstudien, Berechnungen und Analysen durchzuführen.

<b>Studienangebot</b>	Master Elektromobilität (berufsbegleitend)
	Hochschulföderation SüdWest
<b>Modulnummer</b>	4501
<b>SPO-Version</b>	2019
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Karl-Heinz Steglich
<b>Studiensemester</b>	1
<b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>	Wintersemester
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz in Stunden</b>	50 h
<b>Workload geleitetes E-Learning in Stunden</b>	-
<b>Workload Selbststudium in Stunden</b>	100 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung in Stunden</b>	
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	b) und c) Grundkenntnisse Mathematik, wie sie in einem ingenieurwissenschaftlichen Bachelor-Studium erworben werden
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	a) Einführung in die Elektrotechnik (2 ECTS) b) Mathematik (2 ECTS) c) Matrixorientierte Programmierung und Systemsimulation (1 ECTS)
<b>Lehrende/r</b>	a) Prof. Dr. Karl-Heinz Steglich b) und c) Yvonne Beck
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	a) Klausur (KL) 60 min b) und c) Klausur 60 min.
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	40% Klausur Einführung in die Elektrotechnik, 60% Klausur Mathematik und Matrixorientierte

	Programmierung
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	

## Lehrinhalte

### a) Einführung in die Elektrotechnik

### b) Mathematik

- Komplexe Rechnung
  - Betrag und Phase komplexer Ausdrücke
  - komplexe Exponentialfunktion
  - exemplarische Anwendungen der komplexen Rechnung
- Matrizen
  - Rechenoperationen
  - inverse Matrizen
  - Determinanten
- Verfahren zur Lösung von Gleichungssystemen
- Polynome
  - Nullstellenbestimmung von Polynomfunktionen
- Differentialgleichungen (DGL) und Anfangswertprobleme (AWP)
  - Aufstellen von DGL und AWP aus technischen Anwendungsproblemen
  - Klassifizierung bezüglich Linearität, Homogenität, Darstellungsform, Ordnung
  - Allgemeine und partikuläre Lösung von DGL über Ansatzfunktionen
  - Lösung linearer DGL mittels Laplace-Transformation unter Einsatz von Transformationstabellen
- Lineare Systeme
  - Grundlagen der Laplace Transformation
  - Definition der Übertragungsfunktion
  - Exemplarisches Systemverhalten (z.B. Sprungantwort)

### c) Matrixorientierte Programmierung

- Sicherer Umgang im Rechnen mit Vektoren und Matrizen
- Nutzung von Funktionen zum Einlesen und Schreiben von Dateien (z.B. xls, ...) inklusive der Erzeugung von Variablen aus eingelesenen Daten
- Graphische Darstellung von Daten und Ergebnissen mit dem plot-Kommando
- Beherrschen des Editors zum Erzeugen einfacher Scripts
- Umgang mit Functions, die im Sprachumfang enthalten sind
- Erstellen eigener Functions (Unterprogramme)
- Debugging von Programmen
- Simulink:
  - Aufbau einfacher dynamischer Systeme in Simulink (Differentialgleichungen) sowie einer Simulation dazu
  - Schreiben und Lesen von Daten für die Simulation von und zu MATLAB

## **Fach- und Methodenkompetenz**

Es werden die Mathematik-Kenntnisse eines Bachelorstudienganges vertieft und erweitert. Am Ende der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die vermittelten mathematischen Methoden zu verstehen und anzuwenden. Insbesondere können Sie für verschiedene Aufgabenstellungen eine geeignete Lösungsmethode auswählen und anwenden sowie die erlernten Methoden zur Modellierung und Simulation technischer Fragestellungen einsetzen. (Mathe)

Aufbauend auf den Kenntnissen eines Bachelorstudienganges wird das mathematische und programmiertechnische Grundlagenwissen für regelungstechnische Problemstellungen angewandt und erweitert. Die effiziente Programmierung von Skripten und Funktionen für spezifische Berechnungen, unter Einsatz von Matrix- und Vektorrechnung, sowie die Verwendung fertiger Programmfunktionen wird erlernt. Die Erstellung und Manipulation von Grafiken, die Datenaufbereitung, und die numerische Lösung von Differentialgleichungen, sowie die Simulation dynamischer Systeme werden vertieft.

Die Studierenden können die neuen Kenntnisse an komplexen technischen Problemstellungen beginnend bei der Modellbildung über die rechnergestützte Lösung bis hin zur Analyse anwenden.

Die Studierenden erwerben einen Überblick über ein breites Spektrum an Simulationsmethoden zur Modellierung und systematischen Analyse technischer Fragestellungen. Sie sind in der Lage, für verschiedene Aufgabenstellungen geeignete Methoden auszuwählen und anzuwenden. Die Studierenden können zur Lösung der technischen Aufgabenstellung die Anwendungssoftware MATLAB und Simulink einsetzen. (Matrixorient. Prg.)

## **Überfachliche Kompetenz**

Gemeinsames Problemlösen und Argumentieren stärkt die Sozialkompetenz. Das Lösen von Übungsaufgaben im Selbststudium erhöht die Selbstständigkeit der Studierenden. Die Studierenden können selbstständig Hilfsmittel wie Formelsammlungen einsetzen und mathematisches Grundlagenwissen im Bereich computergestützter dynamischer Simulation anwenden.

## **Literatur**

### **a) Einführung in die Elektrotechnik**

### **b) Mathematik**

- Skriptum zur Vorlesung
- Papula, Lothar, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 1: Lehr- und Arbeitsbuch für das Grundstudium, Vieweg+Teubner 2009 (oder neuere Auflage)
- Papula, Lothar, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 2: Lehr- und Arbeitsbuch für das Grundstudium, Vieweg+Teubner 2009 (oder neuere Auflage)
- Papula, Lothar, Mathematische Formelsammlung für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Vieweg+Teubner 2009 (oder neuere Auflage)
- Lunze, Jan, Regelungstechnik 1, Springer Verlag 2013

### **c) Matrixorientierte Programmierung und Systemsimulation**

- Ottmar Beucher (2008): MATLAB und Simulink. Grundlegende Einführung für Studenten und Ingenieure in der Praxis. 4., aktualis. Aufl. München [u.a.]: Addison-Wesley.
- Ottmar Beucher (2015): Signale und Systeme: Theorie, Simulation, Anwendung. Eine beispielorientierte Einführung mit MATLAB ;. 2., ergänzte Auflage. Berlin: Springer Vieweg.
- Günter M. Gramlich, „Eine Einführung in MATLAB – Aus Sicht eines Mathematikers“, Hochschule Ulm, 2007 (online erhältlich)
- Cesar Perez Lopez, „MATLAB Control Systems Engineering“, Springer/Apress, 2014
- Helmut E. Scherf (2010): Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme. Eine Sammlung von Simulink-Beispielen. 4., verb. und erw. Aufl. München: Oldenbourg.
- Ulrich Stein (2012): Programmieren mit MATLAB. Programmiersprache, Grafische Benutzeroberflächen, Anwendungen. München: Fachbuchverlag Leipzig im Carl-Hanser-Verlag

---

## Mobilitätskonzepte und Infrastruktur

---

Im Mittelpunkt des Moduls steht die Vermittlung von Kenntnissen über das Gesamtsystem Elektromobilität aus der Perspektive der Politik, der Industrie und der Gesellschaft. Die Studierenden erhalten Einblicke in die technischen Systeme, die in ihrer Gesamtheit die Mobilitätsinfrastruktur darstellen. Weiterhin werden Kenntnisse vermittelt über die informations- und kommunikationstechnischen Strukturen und Funktionalitäten, die zur organisatorischen Steuerung der Infrastruktursysteme erforderlich sind. Der dabei zu berücksichtigende regulatorische Rahmen wird ebenso thematisiert wie denkbare nutzerseitige Organisationsformen zur flexiblen und wirtschaftlichen Integration der Elektromobilität in die Gesellschaft.

Gegenüber den vertiefenden technischen Modulen des Studiengangs behandelt dieses Modul die Schnittstelle zwischen der Technik und dem Menschen.

<b>Studienangebot</b>	Master Elektromobilität (berufsbegleitend)
	Hochschulföderation SüdWest
<b>Modulnummer</b>	4502
<b>SPO-Version</b>	2019
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Gerd Wittler
<b>Studiensemester</b>	1
<b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>	Wintersemester
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	50 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	100 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	a) Ladeinfrastruktur und das System Elektromobilität (3 ECTS) b) Nutzerverhalten und Geschäftsmodelle (1 ECTS) c) Praktische Vorführung von Systemen und Funktionen (1 ECTS)
<b>Lehrende/r</b>	a) Michael Ruprecht, Dr. Wolfgang Fischer b) Lutz Engel c) Lutz Engel, Dr. Wolfgang Fischer, Michael Ruprecht
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	a) und b) Klausur (KL) 120 min. b) Gruppenpräsentation (RE) 15 min.
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	80 % Klausur, 20 % Gruppenpräsentation



<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	

## Lehrinhalte

### a) Ladeinfrastruktur und das System Elektromobilität

- Das System Elektromobilität
  - Komplexität des Wandels
  - Elektrifizierung und Digitalisierung der Mobilität
  - Antriebs- und Fahrzeugkonzepte
- Politische Rahmenbedingungen
  - Globale Perspektive
  - Entwicklungspläne Bundesregierung & Landesregierung
  - Förderpolitik
- Rechtliche Rahmenbedingungen
  - Elektromobilitätsgesetz
  - Steuerrecht
  - Normierung Ladestecker und Ladesäulenverordnung
  - Novellierung weiterer Rechtsgebiete
- Marktentwicklung Technologie
  - Marktvorbereitung und Anwendungsfälle
  - Fahrzeuge
  - Ladeinfrastruktur
  - Urbane Mobilität
- Dimensionen des Wandels durch Elektrifizierung und Digitalisierung der Mobilität
- Implikationen des Wandels für den Standort Baden-Württemberg (Strukturwandel)
- Chancen, Risiken sowie Strategien zur Bewältigung des Strukturwandels
- Innovationsmanagement
- Kooperationen, Netzwerke und Cluster
- Fallbeispiel Cluster Elektromobilität Süd-West

### b) Nutzerverhalten und Geschäftsmodelle

- Gesellschaftliche Entwicklung, die 4 Evolutionsstufen u. der vertiefte Blick auf die Automobilindustrientwicklung der letzten 100 Jahre
- Digitalisierung und ihre Auswirkung auf die Automobilindustrie
- Wissensgesellschaft versus produktiver Wertschöpfung
- **Praktische Vorführung von Systemen und Funktionen**
  - Exkursionen zu industriellen Best-Practice-Beispielen
  - Kennenlernen der Motivationen, Herangehensweisen und Konzepte der besuchten Unternehmen
  - Diskussion und Bewertung der vorgestellten Praxismodelle sowie Einordnung ihrer technischen Zukunftsperspektiven und ihrer Replikationsfähigkeit Sicherer Umgang im Rechnen mit Vektoren und Matrizen

## Fachkompetenz

Die Studierenden bauen Wissen zu sämtlichen technischen Systemtypen, Ladetechnologien, Schnittstellen und Nutzungsausprägungen sowie Verständnis zu deren Einordnung anhand konkreter Praxisbeispiele auf. Sie lernen, dieses Wissen anzuwenden und erlangen dadurch die Fähigkeit, Konzepte und deren technische Umsetzung eigenständig erarbeiten und aus verschiedenen Blickwinkeln effektiv darstellen zu können. Ferner

erarbeiten sie sich ein Basiswissen des regulatorischen Rahmens der Elektromobilität und deren Bedeutung für den Erfolg der Elektromobilität.

Die Teilnehmer entwickeln ein grundlegendes Verständnis der Komplexität des mit Elektrifizierung und Digitalisierung einhergehenden Wandels und der Implikationen für die Branchen und Unternehmen, insbesondere am Standort Baden-Württemberg sowie der Bedeutung von Kooperationen, Netzwerken und Clustern für die Innovationsfähigkeit von Unternehmen und Organisationen.

Die Masterstudierenden erkennen die Voraussetzungen für eine Nutzerakzeptanz der Elektromobilität sowohl im B2C- als auch im B2B-Bereich, den Wandel der Industriestrukturen durch die Digitalisierung sowie die Notwendigkeit der Vernetzung verschiedenster Technologien und gesellschaftlichen Fragestellungen.

Die Studierenden erweitern ihre praktischen Kenntnisse im Bereich der Elektromobilität und deren Anwendung in der Praxis. Sie transferieren die theoretischen Inhalte anhand konkreter Praxisbeispiele und können die Vor- und Nachteile einzelner Lösungsvarianten besser einordnen und in ihrem Gesamtzusammenhang auch unter Einbezug zusätzlicher Rahmenbedingungen bewerten.

## **Überfachliche Kompetenz**

In den Einzelaufgaben festigen die Teilnehmer ihre selbstständige Problemlösungsfähigkeit im Berufsfeld Innovationen und steigern so ihre „Employability“. In den Diskussionsrunden festigen die Teilnehmer ihre Problemlösungs- und Diskussionsfähigkeit. Zudem werden Teamfähigkeit und Sozialkompetenzen erweitert. Die Studierenden bewerten Strategien und Geschäftsmodelle für Elektromobilität aus Sicht der OEM und der Gesellschaft.

## **Literatur**

### **a) Ladeinfrastruktur und das System Elektromobilität**

- Skript zur Vorlesung sowie die dort genannten Literaturstellen, insbesondere:
  - Abschlussbericht der Begleit- und Wirkforschung 2017, Schaufensterprogramm Elektromobilität
  - Sieben Herausforderungen für die deutsche Automobilindustrie (TAB) 2014
  - Fortschrittsbericht 2014 Bilanz der Marktvorbereitung der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE): [http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user\\_upload/Redaktion/NPE\\_Fortschrittsbericht\\_2014\\_Barriere\\_frei.pdf](http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/NPE_Fortschrittsbericht_2014_Barriere_frei.pdf)
  - Wegweiser Elektromobilität 2016 (NPE): [http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user\\_upload/Redaktion/Wegweiser\\_Elektromobilitaet\\_2016\\_we\\_b\\_bf.pdf](http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/fileadmin/user_upload/Redaktion/Wegweiser_Elektromobilitaet_2016_we_b_bf.pdf)
- e-mobil BW (Hrsg.): Strukturstudie BWe mobil 2015. Elektromobilität in Baden-Württemberg. Stuttgart 2015. ([http://www.e-mobilbw.de/de/service/publikationen.html?file=files/e-mobil/content/DE/Publikationen/PDF/14524\\_Strukturstudie\\_RZ\\_WebPDF.pdf](http://www.e-mobilbw.de/de/service/publikationen.html?file=files/e-mobil/content/DE/Publikationen/PDF/14524_Strukturstudie_RZ_WebPDF.pdf))
- ClusterAgentur Baden-Württemberg (Hrsg.): Cluster und Innovationen.
- Cluster-Initiativen als Innovationstreiber. Stuttgart/Berlin 2015. (<https://www.clusterportal-bw.de/downloads/publikation/Publikationen/download/dokument/fachpublikation-cluster-und-innovationen/>)
- Schade, Wolfgang/Zanker, Christoph/Kühn, André/Hettesheimer, Tim: Sieben Herausforderungen für die deutsche Automobilindustrie. Strategische Antworten im Spannungsfeld von Globalisierung, Produkt- und Dienstleistungsinnovationen bis 2030. Studien des Büros für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag Bd.40. Berlin 2014.
- Schwabe, Klaus: Die Vierte Industrielle Revolution. München 2016.
- Lemmer, Karsten (Hrsg.): Neue autoMobilität. Automatisierter Straßenverkehr der Zukunft (acatech STUDIE), München 2016.

### **b) Nutzerverhalten und Geschäftsmodelle**

- Zukunftsreport 2016, Matthias Horx, Lena Papasabbas, Christian Schuldt, November 2015, ISBN: 978-3-945647-04-2
- Das Risikoparadox, Ortwin Renn; Herausgegeben von: Klaus Wiegandt, ISBN: 978-3-10-402856-9
- brand eins 11/2016, Titel: Du weißt mehr, als du denkst. Schwerpunkt: Intuition.

---

## Systemsimulation

---

Die Studierenden erwerben vertiefende Kenntnisse zur Modellbildung, Simulation und Identifikation dynamischer mechatronischer Systeme. Dieses umfasst die signalflussorientierte Modellbildung mechanischer, pneumatischer, hydraulischer sowie elektrischer Streckenmodelle sowie die Modellierung der Informationsverarbeitenden Komponenten. Wichtig dabei ist die Vermittlung einer fachübergreifenden Betrachtungsweise der dynamischen Wechselwirkungen.

<b>Studienangebot</b>	Master Elektromobilität (berufsbegleitend)
	Hochschulföderation SüdWest
<b>Modulnummer</b>	4503
<b>SPO-Version</b>	2019
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Gerd Wittler
<b>Studiensemester</b>	1
<b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>	Wintersemester
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	50 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	100 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Kenntnisse in Mathematik, Regelungstechnik Elektrotechnik, Technische Mechanik, Schwingungslehre
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	a) Modellbildung und Simulation (3 ECTS) b) Labor Modellbildung und Simulation (2 ECTS)
<b>Lehrende/r</b>	a) Prof. Dr. Gerd Wittler b) Prof. Dr. Gerd Wittler, Dr. Manuel Warwel
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung, Labor
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	Projektarbeit (PA), Versuchsprotokoll (RE)
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	-

## Lehrinhalte

### a) Modellbildung und Simulation

- Grundlagen der signalflussorientierten Systemmodellierung
- Modellbildung von Streckenmodellen (mechanisch/ elektrisch/ thermisch / usw.)
- Identifikationsverfahren im Zeit- und Frequenzbereich
- Modellierung informationsverarbeitender Systeme
- Anwendung Numerischer Integrationsverfahren

### b) Labor Modellbildung und Simulation

- Einführung in die Simulation mit Simulink
- Signalflussorientierte Systemmodellierung mit Simulink
- Anwendung numerischer Integrationsverfahren in Simulink
- Modellierung, Identifikation und Parameterstudie eines elektrischen Antriebssystems mit Simulink

## Fachkompetenz

Die Studierenden kennen die verschiedenen Modellierungselemente und Methoden zur signalflussorientierten Modellierung und Implementierung von mechatronischen Systemen (z.B. Nichtlineare Zustandsdarstellung, Blockdiagramm). Die Studierenden können die Eigenschaften sowie die Vor- und Nachteile, die Einsatzgebiete der unterschiedlichen Systemdarstellungen einordnen.

Die Studierenden kennen das Einsatzgebiet in der Produktentwicklung und den Funktionsumfang von Simulink sowie die relevanten Grundfunktionen zur Bedienung des Programms. Die Studierenden wissen, welche Informationsquellen zur Lösung von Modellierungsaufgaben zur Verfügung stehen und können diese nutzen.

## Überfachliche Kompetenzen

Durch das eigenständige Lösen von Übungsaufgaben im Selbststudium wird die Selbstständigkeit verbessert. Im Rechnerlabor können die Studierenden auf eigenen Wunsch in Gruppen zu zwei Studierenden arbeiten, wodurch die Kommunikations- und Sozialkompetenz trainiert und gefördert werden soll.

## Literatur

- Skript zur Vorlesung
- Zirn, O.: Modellbildung und Simulation mechatronischer Systeme, mit Beispielsimulationen und Modellen in Matlab/ Simulink, Springer Verlag, 2006.
- Matlab und Simulink, Beispielerorientierte Einführung in die Simulation dynamischer Systeme, Addison Wesley Verlag, 1998

---

## Werkstoffe und Leichtbau für Elektromobilität

---

Die Studierenden erwerben vertiefende Kenntnisse in Werkstoffklassen, die Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität darstellen. Dazu zählen das Wissen um die anwendungsspezifischen Anforderung an die Werkstoffe und deren Eigenschaftsprofile, das Verständnis der werkstoffphysikalischen/chemischen Grundlagen, die Kenntnis der Zusammenhänge von Gefüge und Eigenschaften sowie die Kenntnis wichtiger Fertigungs- und Bearbeitungsprozesse und deren Einfluss auf das Werkstoffgefüge respektive die Eigenschaften.

<b>Studienangebot</b>	Master Elektromobilität (berufsbegleitend)
	Hochschulföderation SüdWest
<b>Modulnummer</b>	4506
<b>SPO-Version</b>	2019
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Moritz Gretzschel
<b>Studiensemester</b>	1
<b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>	Wintersemester
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	50 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	
<b>Workload Selbststudium</b>	100 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Grundkenntnisse in Werkstofftechnik, Statik, Festigkeitslehre, Maschinenelemente und Konstruktion, Werkstoffkunde
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	a) Werkstoffe für Elektromobilität (3 ECTS) b) Leichtbau und Konstruktion (2 ECTS)
<b>Lehrende/r</b>	a) Prof. Dr. Dagmar Goll, Prof. Dr. Volker Knoblauch, Dr. Alwin Nagel b) Prof. Dr. Gerhard Hiltcher
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	a) Klausur (KL) 90 min. b) Klausur (KL) 60 min.
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	60% Klausur Werkstoffe für Elektromobilität, 40 % Klausur Leichtbau und Konstruktion
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	

## Lehrinhalte

### a) Werkstoffe für Elektromobilität

- Grundlagen der Funktionswerkstoffe
- Technologien und Werkstoffe für Hochleistungsakkumulatoren
- Magnetwerkstoffe für elektrische Maschinen

### b) Leichtbau und Konstruktion

- Einführung in die Thematik „Leichtbau“
- Leichtbaumaterialien und deren Verwendung
- Leichtbau und Konstruktion
- Fahrzeugstruktur und Karosserie
- Fertigungsverfahren des Leichtbaus
- Wirtschaftliche Aspekte des Leichtbaus
- Berechnungsmethoden im Leichtbau
- Bionik

## Fachkompetenz

Aufbauend auf den Kenntnissen eines Bachelorstudienganges wird das materialwissenschaftliche Wissen anwendungsbezogen erweitert. Die Studierenden erwerben dabei vertiefende Kenntnisse in Werkstoffklassen, die Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität darstellen. Dazu zählen das Wissen um die anwendungsspezifischen Anforderung an die Werkstoffe und deren Eigenschaftsprofile, das Verständnis der werkstoffphysikalischen/chemischen Grundlagen, das Verständnis der Zusammenhänge von Gefüge und Eigenschaften sowie die Kenntnis wichtiger Fertigungs- und Bearbeitungsprozesse und deren Einfluss auf das Werkstoffgefüge respektive die Eigenschaften.

Aufbauend auf den Kenntnissen eines Bachelorstudienganges wird das Grundlagenwissen auf den Gebieten Werkstoffkunde, Festigkeitslehre und Konstruktion für leichtbauspezifische Anwendungen erweitert. Studierende erhalten einen Einblick in Definition und Zielsetzungen des Leichtbaus, Leichtbaubeispiele im Flug- und Fahrzeugbau und im extremen Leichtbau verdeutlichen die Bedeutung des Leichtbaus. Grundsätzliche Leichtbau-Konstruktionsregeln, Differential- und Integralbauweise, der Bedingungsleichtbau und Konstruieren mit Blech werden behandelt. Die Studierenden können die neuen Kenntnisse an komplexen technischen Problemstellungen wie die Konstruktion einer Fahrzeugstruktur anwenden. Begriffe wie Flächenträgheitsmoment, Knickung und Beulen, Schubfluss und Schubmittelpunkt werden erläutert und berechnet.

## Überfachliche Kompetenz

Gemeinsames Problemlösen und Argumentieren stärkt die Sozialkompetenz. Das Lösen von Übungsaufgaben im Selbststudium erhöht die Selbstständigkeit der Studierenden.

Gemeinsames Problemlösen und Argumentieren stärkt die Sozialkompetenz. Das Lösen von Übungsaufgaben im Selbststudium erhöht die Selbstständigkeit der Studierenden.

## Literatur

### a) Werkstoffe für Elektromobilität

- Skript zur Vorlesung
- Fischer, Hofmann, Spindler: Werkstoffe in der Elektrotechnik, Hanser-Verlag.
- Bäker: Funktionswerkstoffe, Springer Verlag.
- Hering, Martin, Stohrer: Physik für Ingenieure, Springer Verlag.
- Kampker: Elektromobilproduktion, Springer Vieweg.
- Korthauer: Handbuch Lithium-Ionen-Batterien, Springer Vieweg.

**b) Leichtbau und Konstruktion**

- Skript zur Vorlesung
- B. Klein: Leichtbau-Konstruktion: Berechnungsgrundlagen und Gestaltung, Vieweg Verlag 2011.
- E. Moeller, F. Henning: Handbuch Leichtbau: Methoden, Werkstoffe, Fertigung, Hanser Verlag 2011.
- H.-P. Degischer, S. Lüftl: Leichtbau. Prinzipien, Werkstoffauswahl und Fertigungsvarianten. Wiley 2012.
- K. Ehrlenspiel, A. Kiewert, U. Lindemann: Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren. Springer 2013.

# Semester 2



---

## Elektrische Antriebe

---

Die Studierenden kennen die wesentlichen für moderne Traktionsantriebe geeigneten Typen elektrischer Maschinen. Sie sind mit den physikalischen Wirkmechanismen innerhalb der Maschinen vertraut und können Ihr Betriebsverhalten am Wechselrichter stationär beschreiben.

Sie sind in der Lage, anhand von Spezifikationen einen elektromechanischen Energiewandler grob zu entwerfen und haben einen Einblick in die Modellbildung zur Simulation elektrischer Maschinen sowie deren Test gewonnen.

Die Studierenden kennen die Methoden der modellbasierten Entwicklung von Reglerfunktionen für elektrische Antriebssysteme und können diese in der Praxis anwenden. Sie können Signalflusspläne als Sprachmittel der Steuerungs- und Regelungstechnik zur Entwicklung von Steuergeräte-Software einsetzen. Sie sind in der Lage, effizienten Steuergeräte-Softwarecode durch teilautomatisierte Zeit- und Wertediskretisierung sowie den Einsatz von Autocodegeneratoren zu entwickeln.

<b>Studienangebot</b>	Master Elektromobilität (berufsbegleitend)
	Hochschulföderation SüdWest
<b>Modulnummer</b>	4504
<b>SPO-Version</b>	2019
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Frank Tränkle
<b>Studiensemester</b>	2
<b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>	Sommersemester
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	50 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	100 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Grundlagen Elektromagnetismus und Dynamik, Wechselstromlehre in komplexer Notation, Kenntnisse der Grundtypen elektrischer Maschinen und ihres stationären Betriebsverhaltens am Netz, Embedded-Software-Entwicklung in C, Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik, Grundkenntnisse in MATLAB/Simulink
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	a) Elektrische Maschinen und Antriebe (2 ECTS) b) Modellbasierte Regelung elektrischer Antriebe (2 ECTS) c) Labor Elektrische Maschinen und Antriebe (1 ECTS)
<b>Lehrende/r</b>	a) Prof. Dr. Markus Harke b) Prof. Dr. Frank Tränkle c) Prof. Dr. Markus Harke / Prof. Dr. Frank Tränkle

<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung, Labor
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	a) Klausur (KL) 60 min. b) Klausur (KL) 60 min. c) Versuchsbericht (PK)
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	50% Klausur Elektrische Maschinen und Antriebe, 50% Klausur Modellbasierte Regelung elektrischer Antriebe Labor muss bestanden werden.
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	

## Lehrinhalte

### a) Elektrische Maschinen und Antriebe

- Wichtige elektrische Maschinen für Traktionsantriebe
- Grundlagen elektrischer Maschinen: Werkstoffe, Verlustmechanismen, Kühlung, Nutzfelder und Streuung
- Entwurf mit Kenngrößen
- Stationäres Betriebsverhalten von Drehfeldmaschinen am Wechselrichter
- Drehfeldbildung und Drehstromwicklungen

### b) Modellbasierte Regelung elektrischer Antriebe

- Vorgehensmodell modellbasierte Softwareentwicklung
- Entwurf von Reglerfunktionen für elektrische Antriebe
- Modellierung und Simulation von Regelkreisen für elektrische Antriebssysteme in MATLAB/Simulink
- Einsatz der Fließ- und Festkommaarithmetiken in MATLAB/Simulink
- Autocodegenerierung
- Validierung und Verifikation der Antriebsregler

### c) Labor Elektrische Maschinen und Antriebe

- Aufbau von Prüffeldern für elektrifizierte Antriebe im KFZ
- Prüfung eines elektrischen Traktionsantriebs für Elektro- oder Hybrid-Fahrzeug;
- Modellbildung und Simulation der Dynamik eines Antriebssystems; Entwurf und Modellbildung von Drehmomenten-, Drehzahl- und Positionsreglern
- Auto-Code-Generierung und Inbetriebnahme der Regler auf Antriebssystem

## Fachkompetenz

Die Studierenden können unterschiedliche Konzepte für Traktionsantriebe vergleichend gegenüberstellen. Sie können das Betriebsverhalten von Drehfeldmaschinen bei Betrieb am Wechselrichter berechnen und Betriebsgrenzen prognostizieren. Sie sind fähig, eine elektrische Maschine grob zu entwerfen und kennen die wichtigen Einflussparameter des Entwurfs auf das Antriebsverhalten. Sie können Wicklungen für Drehfeldmaschinen auslegen und die Auswirkungen ihres Entwurfs auf die Drehfeldbildung analysieren.

Die Teilnehmer können dynamische Modelle für elektrische Antriebe sowie die Längsdynamik von Fahrzeugen herleiten. Auf Basis dieser Dynamikmodelle können sie Strom-, Drehzahl- und Positionsregler entwerfen. Sie können sowohl die Dynamik- als auch die Reglermodelle in MATLAB/Simulink implementieren und simulieren. Mit Hilfe des Auto-Code-Generators Simulink Embedded Coder können sie Embedded-C-Code für elektronische Steuergeräte zur Antriebsregelung generieren und in Betrieb nehmen.

Die Studierenden können Komponenten und Funktionalität eines Prüffeldes für elektrische Antriebe im KFZ erläutern. Sie sind in der Lage, Prüfungen zum stationären Verhalten eines elektrischen Antriebs zu planen, durchzuführen und auszuwerten. Die Studierenden sind in der Lage, Regler für elektrische Antriebe zu entwerfen, zu simulieren und auf einem realen Antriebssystem in Betrieb zu nehmen und zu testen.

### **Überfachliche Kompetenz**

Gemeinsames Problemlösen und Argumentieren stärkt die Sozialkompetenz.

Die Studierenden können sich arbeitsteilig organisieren und haben Verantwortung als Team erfahren.

Das Lösen von Übungsaufgaben im Selbststudium erhöht die Selbstständigkeit der Studierenden.

### **Literatur**

- Skriptum zur Vorlesung
- Fischer, R.: Elektrische Maschinen, Carl Hanser Verlag, 16. Auflage, 2013.
- Müller, G., Ponick, B.: Grundlagen Elektrischer Maschinen, Wiley-VCH Verlag, 9. Auflage, 2005.
- Binder, A.: Elektrische Maschinen und Antriebe, Springer Verlag, 2012.
- Schröder, D.: Elektrische Antriebe – Grundlagen, Springer 2017.
- Schröder, D.: Elektrische Antriebe – Regelung von Antriebssystemen, Springer, 2015.
- Angermann, A.: MATLAB-Simulink-Stateflow: Grundlagen, Toolboxen, Beispiele, De Gruyter, 2016.
- Nürnberg W. et al.: Die Prüfung elektrischer Maschinen, Springer Verlag, 2001.
- Lunze, J.: Regelungstechnik 1, Springer, 2016.
- Schulz, G., Graf, K.: Regelungstechnik 1, Oldenbourg, 2013.
- Schulz, G., Graf, K.: Regelungstechnik 2, De Gruyter Oldenbourg, 2015.

---

## Elektromobile Fahrzeugsysteme

---

Ausgehend von Grundlagen zu elektrischen Antrieben, besonders der elektrischen Maschine, wird das wissenschaftliche, wirtschaftliche und ökologische Verständnis von modernen Hybridantrieben als Vorstufe zu den elektrischen Fahrtrieben erworben. Insbesondere das Verständnis zu verschiedenen Möglichkeiten unter Berücksichtigung von Kosten, Ressourcen und technischer Darstellbarkeit liegt hierbei im Fokus. Eine praktische Vorführung bei einem Zulieferer zur Hybridtechnologie rundet den Vorlesungsanteil ab. Im Laboranteil des Moduls werden typische Messgrößen von Elektrofahrzeugen (Ströme, Spannungen, Ladezustand, ...) an einem Fahrzeug erfasst und verarbeitet. Für reale Fahrprofile werden dynamische Modelle für das Fahrzeug aufgestellt und mit den Messergebnissen für die Profile abgeglichen. Das Labor wird durch eine praktische Vorführung zur Entwicklung von Elektrofahrzeugen bei einem OEM abgerundet.

<b>Studienangebot</b>	Master Elektromobilität (berufsbegleitend)
	Hochschulföderation SüdWest
<b>Modulnummer</b>	4505
<b>SPO-Version</b>	2019
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Andreas Daberkow
<b>Studiensemester</b>	2
<b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>	Sommersemester
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	50 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	100 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Grundkenntnisse in: Elektrischer Antriebstechnik, Fahrzeugantriebe, Kraftfahrzeugtechnik, Fahrzeugdynamik, Messtechnik und Messdatenverarbeitung (MATLAB/Simulink)
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	a) Hybride Fahrzeugsysteme (2 ECTS) b) Labor Komponenten, Systemdynamik und Test v. E-Fahrzeugen (2 ECTS) c) Praktische Vorführung zur Entwicklung von E-Fahrzeugen und über Zulieferer Hybridtechnologien (1 ECTS)
<b>Lehrende/r</b>	a) Prof. Dr. László Farkas b) Prof. Dr. Andreas Daberkow

	c) Prof. Dr. László Farkas; Prof. Dr. Andreas Daberkow
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung, Labor, Exkursion
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	a) und b) Klausur (KL) 120 min. c) Gruppenpräsentation (RE) 20 min. pro Thema
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	80 % Klausur, 20% Gruppenpräsentation
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	Klausur: Teilnahme an Lehrveranstaltung „Matrixorientierte Programmierung und Systemsimulation“
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	c) Praktische Vorführung / Exkursion: Kann an einer oder an beiden Exkursionsterminen nicht teilgenommen werden, ist die Teilnahme im Folgejahr nachzuholen. Mit den Dozenten kann alternativ der Besuch einer gleichwertigen Veranstaltung (z.B. Tagung, Fachmesse) vereinbart werden. In Abstimmung mit den Dozenten hält ein Vortragender oder das Vortragsteam aus dem Umfeld der beiden besuchten Exkursionen oder der gleichwertigen Veranstaltung dann eine Präsentation.

## Lehrinhalte

### a) Hybride Fahrzeugsysteme

- Elektrische und hybride Fahrzeugsysteme
- Praktische Vorführung über Zulieferer von Hybridtechnologien

### b) Labor Komponenten, Systemdynamik, Elektrische Fahrzeugsysteme über Labor Komponenten

- Elektrische Fahrzeugsysteme über Labor Komponenten
- Systemdynamik und Test von Elektrofahrzeugen

### c) Praktische Vorführung zur Entwicklung von E-Fahrzeugen und über Zulieferer Hybridtechnologien

- Sicherer Umgang im Einschätzen von Entwicklungs-, Fertigungs- und Erprobungsaufwänden und einer Abschätzung von Kosten- / Nutzenaspekten
- Kenntnis der Produktentstehungsprozesse von Elektrofahrzeugen mit praktischer Vertiefung in Entwicklung, Erprobung oder Fertigung

## Fachkompetenz

Aufbauend auf den Kenntnissen eines Bachelorstudienganges wird das antriebstopologische Grundlagenwissen erweitert. Der effiziente Umgang mit der Zuordnung von Elektromaschinen zu den jeweiligen Hybridkonzepten wird vertieft und an konkreten Fahrzeugapplikationen erläutert. Die Studierenden können deren wesentliche Vor- und Nachteile mit den Kosten-/ Nutzenaspekten einordnen. Sie können die neuen Kenntnisse an komplexen technischen Problemstellungen anwenden.

Die Studierenden erlernen im Labor, typische Messgrößen von Elektrofahrzeugen (Ströme, Spannungen, Ladezustand, ...) an einem Fahrzeug zu erfassen, zu verarbeiten und zu bewerten. Für reale Fahrprofile werden dynamische Modelle für das Fahrzeug aufgestellt und mit den Messergebnissen für die Profile abgeglichen. Die Studierenden werden auch befähigt, z.B. Ladekurvenlinien zu analysieren und hinsichtlich des Wirkungsgrades zu bewerten.

Das Grundlagenwissen zu den Produktentstehungsprozessen von Automobilherstellern und Lieferanten wird erweitert. Die Studierenden lernen verschiedene Entwicklungs- und Produktionsaspekte zu Fahrzeugkonzepten in der Elektromobilität kennen. Das Wissen zum effizienten Umgang mit Kosten und technischen Realisierbarkeiten wird ausgebaut.

## **Überfachliche Kompetenz**

Gemeinsames Problemlösen und Argumentieren stärkt die Sozialkompetenz. Das Lösen von Übungsaufgaben und Hybridkonzeptvertiefungen im Selbststudium sowie das Überdenken von gesehenen Konzeptstrukturen im Selbststudium erhöht die Selbstständigkeit der Studierenden.

## **Literatur**

### **a) Hybride Fahrzeugsysteme**

- Umdrucke zur Vorlesung
- Bosch, Kraftfahrtechnisches Taschenbuch.
- R.Fischer, Elektrische Maschinen.
- K. Hofer; Elektrische Antriebe in Fahrzeugen.
- P. Hofmann, Hybridfahrzeug.
- H. Schäfer, Praxis der elektrischen Antriebe für Hybrid- und Elektrofahrzeuge.
- H. Wallentowitz, Strategie zur Elektifizierung des Antriebsstrangs.

### **b) Labor Komponenten, Systemdynamik, Elektrische Fahrzeugsysteme über Labor Komponenten**

- Umdruck zum Labor
- Keichel, M.; Schwedes, O.: Das Elektroauto – Mobilität im Umbruch. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014.
- Babel, G.: Elektrische Antriebe in der Fahrzeugtechnik. Wiesbaden: Vieweg Teubner Studium, 2012.
- Lienkamp. M.: Elektromobilität - Hype oder Revolution. Berlin: Springer Vieweg, 2012.
- H. Wallentowitz, Strategie zur Elektrifizierung des Antriebsstrangs.

### **c) Praktische Vorführung zur Entwicklung von E-Fahrzeugen und über Zulieferer Hybridtechnologien**

- Dokumentationsmaterial von OEM und Zulieferern, Lehr- und Fachbücher, Fachzeitschriften, Dissertationen

---

## Leistungselektronik und Sicherheitskonzepte

---

Die Studierenden erwerben vertiefende Kenntnisse zur Modellbildung, Simulation und Identifikation dynamischer mechatronischer Systeme. Dieses umfasst die signalflossorientierte Modellbildung mechanischer, pneumatischer, hydraulischer sowie elektrischer Streckenmodelle sowie die Modellierung der Informationsverarbeitenden Komponenten. Wichtig dabei ist die Vermittlung einer fachübergreifenden Betrachtungsweise der dynamischen Wechselwirkungen.

<b>Studienangebot</b>	Master Elektromobilität (berufsbegleitend)
	Hochschulföderation SüdWest
<b>Modulnummer</b>	4507
<b>SPO-Version</b>	2019
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Gerd Wittler
<b>Studiensemester</b>	2
<b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>	Sommersemester
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	50 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	100 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Kenntnisse in Mathematik, Regelungstechnik Elektrotechnik, Technische Mechanik, Schwingungslehre Funktionsprinzipien der Energiewandlung, Elektrische Bauteile im Kontext der Leistungselektronik
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	a) Leistungselektronik und Steuergeräte / Sicherheitskonzepte (3 ECTS) b) Labor Schaltungsmodellierung und –simulation (2 ECTS)
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Rainer Uhler
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung, Labor
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	a) Klausur (KL) 90 min. b) Versuchsbericht (PK)
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	60 % Klausur, 40 % Versuchsbericht
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	-

## Lehrinhalte

### a) Leistungselektronik und Steuergeräte / Sicherheitskonzepte

- Standard Converter Topologien
  - Buck Converter
  - Boost Converter
  - Single Phase Half Bridge Converter
  - Single Phase Full Bridge Converter
  - Three Phase PWM Voltage Source Inverter
  - Pulse Width Modulation Methods
- Sicherheitskonzepte der E-Mobilität
  - Gefahren des elektrischen Stroms
  - Elektrische Sicherheitstechnik
  - Sicherheitsregeln
  - Eigensichere Hochvoltsysteme
  - Ladekonzepte
  - Ausbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen

### b) Labor Schaltungsmodellierung und -simulation

- Simulation von Stromrichterschaltungen in Matlab/Simulink sowie deren Analyse
  - Dreiphasensysteme und deren Beschreibung mit Raumzeigern
  - Buck Converter
  - Boost Converter
  - Single Phase Half Bridge Converter
  - Single Phase Full Bridge Converter
  - Three Phase PWM Voltage Source Inverter
  - Pulse Width Modulation Methods
  - Stromregelung mit Hilfe leistungselektronischer Schaltungen

## Fachkompetenz

Aufbauend auf den Kenntnissen eines Bachelorstudienganges wird das elektrotechnische Grundlagenwissen im Bereich der Leistungselektronik erweitert. Die Studierenden beherrschen die Funktionsweise der ausgewählten selbstgeführten Stromrichterschaltungen sowie die hierfür gängigsten Ansteuerverfahren. Sie sind in der Lage, diese in Simulationen umzusetzen und die Funktionsweise der Stromrichter in der Simulation darzustellen. Sie können die neuen Kenntnisse an komplexen technischen Problemstellungen von der Modellbildung, über die rechnergestützte Lösung bis zur Analyse anwenden.

## Überfachliche Kompetenz

Gemeinsames Problemlösen und Argumentieren stärkt die Sozialkompetenz. Das Lösen von Übungsaufgaben im Selbststudium erhöht die Selbstständigkeit der Studierenden.

## Literatur

- J. Lutz, Halbleiter-Leistungsbaulemente: Physik, Eigenschaften, Zuverlässigkeit, Springer Berlin Heidelberg New York, ISBN 10 3-540-342060-0.
- D. Schröder, Leistungselektronische Schaltungen: Funktion, Auslegung und Anwendung, Springer-Lehrbuch, 2. Auflage 2008, ISBN: 978-3-540-69300-0.
- G. Hagmann, Leistungselektronik - Grundlagen und Anwendungen in der elektrischen Antriebstechnik, AULA-Verlag, 4. Auflage 2009.
- J. Specovius, Grundkurs der Leistungselektronik - Bauelemente, Schaltungen und Systeme, Vieweg + Teubner, 3. Auflage 2009.
- P. F. Brosch, J. Wehberg, J. Landrath, Leistungselektronik - Kompakte Grundlagen und Anwendungen, Vieweg Verlag, 1. Auflage 2000, ISBN 3-528-03879-9.



- R. Jäger, Leistungselektronik - Grundlagen und Anwendungen, Berlin, Offenbach: VDE-Verlag, 6. Auflage.
- M. Michel, Leistungselektronik - Eine Einführung, Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag: 2011, DOI 10.1007/978-3-642-15984-8.
- R. Lappe, Handbuch Leistungselektronik, Berlin, München, Verlag Technik.
- D. Anke, Leistungselektronik, München, Wien, Oldenburg, Verlag.
- W. Hirschmann, A. Hauenstein, Schaltnetzteile, Berlin, München: Siemens AG.
- O. Klingenstein, Schaltnetzteile in der Praxis, Würzburg: Vogel-Verlag.
- R. Jäger, E. Stein, Übungen zur Leistungselektronik, Berlin, Offenbach: VDE-Verlag.
- U. Schlienz, Schaltnetzteile und ihre Peripherie, ISBN 3-528-13935-8, vieweg-Verlag.
- Haitham Abu-Rub: High Performance Control of AC Drives with Matlab / Simulink Models, Wiley.
- Skript zur Vorlesung „Leistungselektronik und Steuergeräte/Sicherheitskonzepte“.
- Versuchsbeschreibungen der jeweiligen Labortermine.

---

## Antriebsstrang und -systeme

---

Die Studierenden erwerben einen umfassenden Überblick über verschiedene Ausprägungen der Fahrzeugelektrifizierung (MHEV, HEV, PHEV, E-REV, BEV) und topologische Antriebskonzepte (parallel, seriell, leistungsverzweigt, straßenverkoppelt). Großes Gewicht liegt auf dem Verständnis der Systemzusammenhänge, der Grenzen der jeweiligen Konzepte und der gegenseitigen Abhängigkeiten von Elektrifizierungsgrad und Antriebstopologie. Dies umfasst die detaillierte Analyse elektrifizierter Getriebekonzepte, ihrer Betriebsarten und die gesamthafte Auslegung des elektrifizierten Triebstrangs.

<b>Studienangebot</b>	Master Elektromobilität (berufsbegleitend)
	Hochschulföderation SüdWest
<b>Modulnummer</b>	4509
<b>SPO-Version</b>	2019
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Moritz Gretzschel
<b>Studiensemester</b>	2
<b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>	Sommersemester
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	50 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	100 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Grundkenntnisse in Kraftfahrzeugtechnik, Fahrzeugantrieben, Fahrzeugdynamik
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	a) Antriebsstrang und –systeme (4 ECTS) b) Labor Antriebsstrang und –systeme (1 ECTS)
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Moritz Gretzschel
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung, Labor
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	a) Klausur (KL) 90 min. b) Versuchsbericht (PK)
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	Klausur 100%, Labor muss bestanden werden
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	-

## **Lehrinhalt**

### **a) Antriebsstrang und -systeme**

- Elektrifizierungsgrad und Ausprägung
- Antriebs- und Getriebetopologien elektrifizierter Fahrzeuge
- Analyse, Auslegung und Betriebsgrenzen von Hybridgetrieben
- Fahrdynamik im elektrischen und hybridischen Betrieb
- Rekuperationspotenzial und –Strategien

### **b) Labor Antriebsstrang und -systeme**

- Besichtigung von Antriebsstrang- und Rollprüfstand
- Installation und Inbetriebnahme von Messtechnik im Versuchsfahrzeug
- Aufzeichnen einer Versuchsfahrt, Darstellung und Interpretation der Ergebnisse
- Programmieren eines Drehzahl- und Drehmomentenrechners zur Interpretation der Ergebnisse

## **Fachkompetenz**

Die Studierenden können verschiedene Ausprägungen der Fahrzeugelektrifizierung (MHEV, HEV, PHEV, E-REV, BEV) und topologische Antriebskonzepte (parallel, seriell, leistungsverzweigt, straßenverkoppelt) unterscheiden und deren Merkmale benennen. Darüber hinaus entwickeln die Studierenden selbständig ein einfaches Simulationsprogramm, um den Verlauf der Drehzahlen und Drehmomente aller Komponenten eines Hybridgetriebes zu berechnen und mit der Fahrzeugmessung zu vergleichen.

## **Überfachliche Kompetenz**

Gemeinsames Experimentieren am Fahrzeug und Diskussion der Ereignisse stärkt die Sozialkompetenz. Das Programmieren eines Berechnungswerkzeugs erhöht die Selbstständigkeit der Studierenden.

## **Literatur**

- Skript zur Vorlesung
- K. Hofer; Elektrische Antriebe in Fahrzeugen.
- P. Hofmann, Hybridfahrzeug.
- H. Schäfer, Praxis der elektrischen Antriebe für Hybrid- und Elektrofahrzeuge.
- H. Wallentowitz, Strategie zur Elektrifizierung des Antriebsstrangs.

---

## Transferprojekt I

---

Die Studierenden fertigen in der Projektarbeit eine wissenschaftliche Arbeit eigenständig an und legen die im Masterstudium erworbenen ingenieurwissenschaftlichen Fach- und Methodenkompetenzen dar.  
Die Studierenden sind in der Lage, ihr Thema schlüssig vorzutragen und Fragen kompetent zu beantworten.

<b>Studienangebot</b>	Master Elektromobilität (berufsbegleitend)
	Hochschulföderation SüdWest
<b>Modulnummer</b>	
<b>SPO-Version</b>	2019
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Gerd Wittler
<b>Studiensemester</b>	2
<b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>	Sommersemester, 3 Monate Bearbeitung / ggf. Blockwoche Auslandsmodul
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	10 h (ggf. 30 – 40 h im Auslandsmodul)
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	140 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	-
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	Transferprojekt I (5 ECTS)
<b>Lehrende/r</b>	Individuell je nach Thema
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Projekt
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	Projektarbeit (PA)
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	100 % Projektarbeit
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	
<b>Zertifikatskurs</b>	-
<b>Bemerkungen</b>	-

---

**Lehrinhalte**

Individuell aus dem thematischen Umfeld der Studieninhalte des Masterstudiengang Autonomes Fahren.

**Fachkompetenz**

Der Studierende ist in der Lage, sich innerhalb einer vorgegebenen Frist in eine Aufgabenstellung des Studiengbietes Autonomes Fahren selbständig und vertiefend einzuarbeiten, Probleme zu analysieren und zu lösen. Der Studierende ist in der Lage eine schriftliche Ausarbeitung nach wissenschaftlichen Grundsätzen erstellen.

**Überfachliche Kompetenz**

Durch die intensive Kommunikation mit dem Betreuer und den Bezug zur Praxis im Betrieb wird die Sozialkompetenz verbessert. Im Dialog werden Themenwahl, Problemstellung, Zielsetzung, Vorgehen auf Tragfähigkeit und Plausibilität geprüft. Die Rückmeldungen geben dem Studierenden hilfreiche Hinweise und etwaige Richtungskorrekturen vor Abgabe des Themas. Der Studierende ist außerdem in der Lage, eigenverantwortlich und termingerecht ein Projekt zu bearbeiten und sich selbst zu organisieren.

**Literatur**

Individuelle Literatur entsprechend dem Themengebiet.

# Semester 3

---

## Systems Engineering

---

Die Studierenden kennen die Begriffe und den Nutzen des Systems Engineering und verstehen diverse domänenspezifische Sichten auf ein System. Die Studierenden sind in der Lage ein Projekt zu strukturieren und zu planen. Sie kennen die grundlegenden Begriffe und Methoden des Projektmanagements und können mit einem Projekt-Controller auf Augenhöhe diskutieren.

<b>Studienangebot</b>	Master Elektromobilität (berufsbegleitend)
	HfSW Südwest
<b>Modulnummer</b>	4508
<b>SPO-Version</b>	2019
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Ralf Schuler
<b>Studiensemester</b>	3
<b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>	Wintersemester
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	50 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	100 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Grundlagen der Mathematik
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	a) Systems Engineering (3 ECTS) b) Projektmanagement (2 ECTS)
<b>Lehrende/r</b>	a) Prof. Dr. Ralf Schuler b) Prof. Dr. Ralf Wörner
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	HR (Hausarbeit / Referat), Referat in der Gruppe, Dauer: 15 min.
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	50% Hausarbeit, 50 % Referat
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	-

## Lehrinhalt

### a) Systems Engineering

- Begriffe und Definitionen (System, technisches System, Mechatronisches System, Systemstruktur, Funktionsstruktur, Variabilität, Problemraum, Lösungsraum, ...)
- Vorgehensmodelle (Wasserfall-, V-, Spiralmodell, PEP)
- Systemkontext
- Systementwurf, Requirements Engineering, Systementwurf / Architekturphase, Systemdesign jeweils dokumentenbasiert und modellbasiert
- Fallstudien zur Veranschaulichung von Methoden und Werkzeugen

### b) Projektmanagement

- Projekt-Organisationsformen
- Projekt-Definition nach DIN
- Projektablauf / Phasenmodell
- Projektplanung (Termin-, Kosten-, Kapazitätsplanung)
- Netzplantechnik – Beispiel
- Termin-Kosten-Trade-offs
- Teambildung, Rolle des Projektleiters
- Projekt-Controlling, Projekte als Kostenträger
- Zielkostenmanagement (Target Costing)
- Projektmanagement-Tools
- Multiprojekt-Management
  - F&E-Projekt-Typen
  - Projekt-Portfolio
  - Integrierte Projekt-Programm-Planung

## Fachkompetenz

Die Studierenden kennen die Begriffe und den Nutzen des Systems Engineering und verstehen diverse domänenspezifische Sichten auf ein System. Sie kennen die Vorgehensmodelle des Systems Engineering. Sie können System und Systemkontext abgrenzen, eine Systemstrukturierung durchführen, Systemarchitekturen entwickeln sowie Wirkzusammenhänge zwischen Systemelementen beschreiben und quantifizieren. Sie kennen den Unterschied zwischen Problemraum und Lösungsraum und können verschiedene Lösungsalternativen systematisch herleiten, bewerten und auswählen. Sie kennen Anforderungen, Anforderungstypen, Anforderungsquellen und den Begriff Traceability. Sie können Anforderungen erfassen, dokumentieren und auf verschiedenen Hierarchiestufen des Systems herunterbrechen (sowohl textbasiert wie auch modellbasiert). Die Studierenden haben ein Verständnis für Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung der verschiedenen Arbeitsschritte im Systems Engineering und kennen deren Grenzen.

Aufbauend auf den Kenntnissen eines Bachelorstudienganges wird das mathematische Grundlagenwissen anwendungsbezogen um Methoden der Projektschätzung und Netzplantechnik erweitert. Die Studierenden erlernen das Management von (technischen) Projekten von der Projektdefinition über den Projektantrag, die Projektplanung und die Projektsteuerung praxisbezogen kennen. Die Studierenden wenden Methoden des Projektmanagements an Beispielen in Gruppenübungen an. Formulare und Checklisten unterstützen die Umsetzung. Verständnisfragen und Übungsaufgaben vertiefen und festigen das Wissen auf einem Niveau, das für die Leitung von Projekten erwartet wird.

## Überfachliche Kompetenz

Die Studierenden verstehen domänenspezifischen Vorgehensweisen und können mit Fachleuten anderer Disziplinen zusammenarbeiten.

Sie können ihr Wissen auf unterschiedlichen Gebieten unter Berücksichtigung sicherheitstechnischer, wirtschaftlicher, rechtlicher, sozialer und ökologischer Erfordernisse verantwortungsbewusst anwenden und eigenverantwortlich vertiefen.



## Literatur

### a) Systems Engineering

- Habermüller, R.; de Weck, O.: Systems Engineering, orell füssli Verlag, 2012.
- IncoSE Systems-Engineering Handbuch V. 3.2.2-de, GfSE-HB-001-01b, Ausgabe Februar 2013.
- Friedenthal, S.; Moore, A.; Steiner, R.: A Practical Guide to SysML, Morgan Kaufmann, 2015.
- Alt, O.: Modellbasierte Systementwicklung mit SysML, Hanser, 2012.
- Maier W. M.; Reichting, E.: The Art of Systems Architecting, CRC Press, 2009.
- Winzer, Petra: Generic Systems Engineering, Springer, 2013.
- Pohl, Klaus: Requirements Engineering, dpunkt.verlag, 2008.
- Ponn, J.; Lindemann, U.: Konzeptentwicklung und Gestaltung technischer Produkte, Springer, 2008.
- Maurer, M.; Winner, H.: Automotive Systems Engineering, Springer Verlag, 2013.
- Blanchard, B. S.; Fabrycky, W. J.: System Engineering and Analysis, Prentice Hall, 2011.

### b) Projektmanagement

- Skript zur Vorlesung
- Burghardt, M.: Projektmanagement, 1993, 2. Auflage.
- Felkai, R.; Beiderwieden, A.: Projektmanagement für technische Projekte, Wiesbaden, Vieweg + Teubner, 2010.
- Hering, E.: Projektmanagement für Ingenieure - Essentials, Springer-Vieweg, 2014.
- Jacoby, W.: Projektmanagement für Ingenieure, Springer-Vieweg, 2013, 2. Auflage.

## Fahrer und Fahrstrategien

Die Studierenden erwerben einen vertieften Einblick in die energetische Betriebsstrategie elektrifizierter Fahrzeuge. Das Hauptgewicht liegt auf der Fahrprofilabhängigen energetisch optimalen Priorisierung unterschiedlicher Energiespeicher (insbes. chemische und elektrische Energie) oder unterschiedlicher Systeme (Antrieb, Klimatisierung, Nebenaggregate) sowie Methoden zum vorausschauenden Energiemanagement. Im Rahmen des Thermomanagements erfolgt die Einführung in die Klimatisierung von Speichersystemen und der Fahrgastzelle für Sommer- und Winterbetrieb. Darüber hinaus erfolgt ein Einblick in die numerische und messtechnische Auslegung und Absicherung von Systemkomponenten im Gesamtfahrzeug. Die Elektrifizierung bietet neue Freiheitsgrade zur Gestaltung von Anzeige und Bedienelementen. Methoden und Prozesselemente des benutzerzentrierten Entwurfs von Mensch-Maschine-Schnittstellen werden vermittelt und geübt. Dabei werden auch Fragen der Kundenakzeptanz und der Wahrnehmung von Fahreigenschaften behandelt.

<b>Studienangebot</b>	Master Elektromobilität (berufsbegleitend)
	HfSW Hochschul föderation Südwest
<b>Modulnummer</b>	4510
<b>SPO-Version</b>	2019
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Moritz Gretzschel
<b>Studiensemester</b>	3
<b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>	Wintersemester
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	50 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	100 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	a) Energetische Betriebsstrategien und Thermomanagement (3 ECTS) b) Usability Engineering (2 ECTS)
<b>Lehrende/r</b>	a) Prof. Dr. Moritz Gretzschel; Herr Roland Kleemann b) Herr Marius Koller
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung, Labor
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	a) Klausur (KL) 90 min. b) Gruppenpräsentation (RE) 30 min.
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	60 % Energetische Betriebsstrategie und Thermomanagement, 40 % Usability-Engineering

<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	-

## Lehrinhalte

### a) Energetische Betriebsstrategie und Thermomanagement

- elektrische Fahrentscheidung, Zustand und Emissionierung
- Betriebsmodi, Gesetzliche Anforderungen und Typprüf-Vorschriften
- Energiemanagement (SOC, Klimatisierung, Thermomanagement) und energetische Vorausschau
- Aspekte des Wärmemanagements sowie Grundlagen der Thermodynamik
- Auslegung und Absicherung der Fahrzeugklimatisierung im Sommer und Winterbetrieb
- Speicher-Thermomanagement im Systemansatz sowie Kopplung von Wärmequellen und Senken.

### b) Usability Engineering

- Grundlagen der menschlichen Wahrnehmung, Verarbeitung und Handelns
- Der menschenzentrierte Gestaltungsprozess von Mensch-Technik-Schnittstellen:
  - Nutzungskontextanalyse
  - Spezifikation und Modellierung
  - Gestaltung von Schnittstellen
  - Prototyping
  - Evaluierung

## Fachkompetenz

Die Studierenden können Implementierungsmöglichkeiten energetischer Betriebsstrategie erklären und Gesamtwirkungsgrade bestimmen um Wechselwirkungen zwischen Betriebsstrategie und Mensch-Maschine-Interface vorherzusagen und gegenüberzustellen.

Den Studierenden können die Grundlagen des Wärmetransports erklären, den Klimakomfort klimaphysiologisch grundlegend bewerten des Klimakomforts sowie ansatzweise eine Wärmebilanz bilden.

Diese Lehrveranstaltung zielt auf die Vermittlung von Grundlagenwissen im Bereich der menschenzentrierten Entwicklung von Mensch-Technik-Schnittstellen ab. Zudem lernen die Studierenden die theoretisch erworbenen neuen Fachkenntnisse in einem ersten praktischen Projekt anzuwenden und zu elaborieren. Die Studierenden kennen verschiedene Methoden zur Kontextanalyse und Evaluation von Benutzungsschnittstellen und können deren Vor- und Nachteile einordnen.

## Überfachliche Kompetenz

Gemeinsames Problemlösen, Argumentieren und Präsentieren von Ergebnissen stärkt die Sozialkompetenz. Das Lösen von Teilaufgaben im Selbststudium erhöht die Selbstständigkeit der Studierenden.

## Literatur

### a) Energetische Betriebsstrategie und Thermomanagement

- Skript zur Vorlesung
- H. Wallentowitz, Strategie zur Elektifizierung des Antriebsstrangs
- A. Meroth, B. Tolg: Infotainmentsysteme im Kraftfahrzeug
- P. Schneiderman, C. Plaisant: Designing the User Interface
- A. Jossen, W. Weydanz: Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen
- H. Grossmann: PKW Klimatisierung

### b) Usability Engineering

- Präsentationen der Vorlesung

- Dahm, M. (2005): Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion. Pearson Studium, 1. Auflage, ISBN: 978-3827371751.
- Heinecke, A. (2012): Mensch-Computer-Interaktion. Springer, 2. Auflage, ISBN: 978-3642135064.
- Herczeg, M. (2009): Software-Ergonomie - Theorien, Modelle und Kriterien für gebrauchstaugliche interaktive Computersysteme. Oldenbourg, 3. Auflage, ISBN: 978-3486587258.
- Preim, B.; Dachsel, R. (2010): Interaktive Systeme — Band 1: Grundlagen, Graphical User Interfaces, Informationsvisualisierung. Springer, 2. Auflage, ISBN: 978-3642054013.
- Shneiderman, B.; Plaisant, C. (2013): Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction. Addison Wesley, 5. Auflage, ISBN: 978-1292023908.

---

## Mobile Energiesysteme

---

Der Schwerpunkt des Moduls liegt in der Vermittlung von Grundkenntnissen über die Batterie- und Brennstoffzellentechnik für mobile Anwendungen. Dazu zählen die Grundlagen zur Thermodynamik und Kinetik, mit denen man das Prinzip von galvanischen Elementen verstehen und Batterien und Brennstoffzellen beschreiben kann. Ein wichtiger Aspekt ist die Vermittlung der Messtechnik zur Charakterisierung von Batterien und Brennstoffzellen hinsichtlich der speicherbaren Energie, des Entladeverhaltens, der Leistungsdichte und des Wirkungsgrads. Mit diesen Kenntnissen können elektrochemische Energieumwandlungssysteme für Fahrzeuge ausgelegt werden. Mit einer Vermittlung der Verfahrenstechnik von Batterie- und Brennstoffzellensystemen werden die Inhalte dieses Moduls abgerundet.

<b>Studienangebot</b>	Master Elektromobilität (berufsbegleitend)
	HfSW Hochschulföderation Südwest
<b>Modulnummer</b>	4511
<b>SPO-Version</b>	2019
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Ralf Wörner
<b>Studiensemester</b>	3
<b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>	Wintersemester
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	50
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	
<b>Workload Selbststudium</b>	100
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	-
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Grundkenntnisse in Allgemeiner und Physikalischer Chemie, Kenntnisse in Physik und Elektrotechnik
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	a) Einführung in die Batterie- und Brennstoffzellentechnologie (4 ECTS) b) Labor Batterie- und Brennstoffzellentechnologie (1 ECTS)
<b>Lehrende/r</b>	a) Prof. Dr. Ralf Wörner; Herr Ludwig Jörisen b) Herr Waldemar Schneider
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Vorlesung, Übung, Labor
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	a) Klausur (KL) 120 min. b) Versuchsbericht (PK)
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	Klausur 100%, Labor muss bestanden werden.
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	-
<b>Zertifikatskurs</b>	Ja
<b>Bemerkungen</b>	-

---

## Lehrinhalte

- Übersicht und Einführung in elektrochemische Energiespeicher
- Nachhaltigkeit und Zukunftstrends für elektrochemische Speicher im Überblick
- Grundkenntnisse in Elektrochemie (Anode, Kathode, Elektrolyt, Aufbau einer Zelle)
- Thermodynamik und Kinetik für galvanische Elemente (Batterien und Brennstoffzellen)
- Charakterisierung von Batterien (Messtechnik: spezifische Energie, Entladekurven, Speicherwirkungsgrad)
- Charakterisierung von Brennstoffzellen (Messtechnik: Stromdichte/Spannungskurven, Leistungsdichte)
- Materialien für Batterien und Brennstoffzellen (Elektroden, Elektrolyte) und Herstellungsverfahren
- Verfahrenstechnik zu Batterien und Brennstoffzellen in Fahrzeugen

## Fachkompetenz

Es wird zunächst ein Überblick über die am Markt bestehenden Energiespeicherkonzepte mit Focus auf batterieelektrische Speicher gegeben, sowie nach einfachen Kriterien klassifiziert. Trends und Potentiale für zukünftige Anwendungen werden vorgestellt, sowie die Nachhaltigkeit der Konzepte kritische hinterfragt.

Aufbauend auf den Grundkenntnissen in Allgemeiner und Physikalischer Chemie und den Kenntnisse in Physik und Elektrotechnik wird das Wissen über elektrochemische Zellen erweitert. Durch praktische Versuche wird das Wissen über die Funktionsweise und den Aufbau von Brennstoffzellen sowie die Funktionsweise von Batterien vertieft. Die Studierenden erlernen die Einsatzmöglichkeiten von Brennstoffzellen und Batterien sowie deren Grenzen im Einsatz und in der Kombination mit/und in anderen Systemen. Durch das erlernte Wissen zum Betrieb von Brennstoffzellen, können die Studierenden Anforderungen für den Einsatz in verschiedenen Anwendungen selbst definieren sowie im Betrieb auftretende Problemstellungen zum Teil analysieren. Durch das erlernte Wissen zum Lade- und Entladeverhalten von Batterien, sind die Studierenden zum Teil in der Lage die Einsatzmöglichkeiten von Batteriesystemen zu bewerten.

## Überfachliche Kompetenz

Gemeinsames Problemlösen und Argumentieren stärkt die Sozialkompetenz. Das Lösen von realitätsnahen Problemstellungen erhöht die Selbstständigkeit der Studierenden.

## Literatur

- Korthauer, R.: Handbuch Lithium-Ionen-Batterien, Springer Vieweg, 2013
- Eichlseder, H., Klell, M.: Wasserstoff in der Fahrzeugtechnik, Vieweg+Teubner, 2012.
- Kurzweil, P.: Brennstoffzellentechnik, Grundlagen, Komponenten, Systeme, Anwendungen, Springer Vieweg, 2013.
- V.M. Schmidt: Elektrochemische Verfahrenstechnik-Grundlagen, Reaktionstechnik Prozessoptimierung, Wiley-VCH: Weinheim, 2006.
- A. Jossen, W. Weydanz: Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, 1. Aufl., Leipheim, 2006.
- D. Linden, T.B. Reddy (Eds.): Handbook of Batteries, 3. Ed., McGrawHill: New York, 2011.
- A. Heinzl, F. Mahlendorf, J. Roes (Hrsg.): Brennstoffzellen-Entwicklung, Technologie, Anwendung, 3. neu bearb. Aufl., CF.Müller Verlag: Heidelberg, 2006.

---

## Transferprojekt II

---

Die Studierenden fertigen in der Projektarbeit eine wissenschaftliche Arbeit eigenständig an und legen die im Masterstudium erworbenen ingenieurwissenschaftlichen Fach- und Methodenkompetenzen dar. Die Studierenden sind in der Lage, ihr Thema schlüssig vorzutragen und Fragen kompetent zu beantworten.

<b>Studienangebot</b>	Master Elektromobilität (berufsbegleitend) Hochschulföderation SüdWest
<b>Modulnummer</b>	
<b>SPO-Version</b>	2019
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Gerd Wittler
<b>Studiensemester</b>	2
<b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>	Sommersemester
<b>Credits</b>	5
<b>Workload Präsenz</b>	10 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	-
<b>Workload Selbststudium</b>	140 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	-
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	Transferprojekt II (5 ECTS)
<b>Lehrende/r</b>	Individuell je nach Thema
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Projekt
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	Projektarbeit (PA)
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	100 % Projektarbeit
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	
<b>Zertifikatskurs</b>	-
<b>Bemerkungen</b>	-

**Lehrinhalte**

Individuell aus dem thematischen Umfeld der Studieninhalte des Masterstudiengang Autonomes Fahren.

**Fachkompetenz**

Der Studierende ist in der Lage, sich innerhalb einer vorgegebenen Frist in eine Aufgabenstellung des Studiengbietes Autonomes Fahren selbständig und vertiefend einzuarbeiten, Probleme zu analysieren und zu lösen. Der Studierende ist in der Lage eine schriftliche Ausarbeitung nach wissenschaftlichen Grundsätzen erstellen.

**Überfachliche Kompetenz**

Durch die intensive Kommunikation mit dem Betreuer und den Bezug zur Praxis im Betrieb wird die Sozialkompetenz verbessert. Im Dialog werden Themenwahl, Problemstellung, Zielsetzung, Vorgehen auf Tragfähigkeit und Plausibilität geprüft. Die Rückmeldungen geben dem Studierenden hilfreiche Hinweise und etwaige Richtungskorrekturen vor Abgabe des Themas. Der Studierende ist außerdem in der Lage, eigenverantwortlich und termingerecht ein Projekt zu bearbeiten und sich selbst zu organisieren.

**Literatur**

Individuelle Literatur entsprechend dem Themengebiet.



# Semester 4

---

## Mastermodul

---

Die Studierenden fertigen in der Masterarbeit eine wissenschaftliche Arbeit eigenständig an und legen die im Masterstudium erworbenen ingenieurwissenschaftlichen Fach- und Methodenkompetenzen dar.  
Die Studierenden sind in der Lage, ihr Thema schlüssig vorzutragen und Fragen kompetent zu beantworten.

<b>Studienangebot</b>	Master Elektromobilität (berufsbegleitend)
	HfSW Hochschulföderation Südwest
<b>Modulnummer</b>	4513
<b>SPO-Version</b>	2019
<b>Modulart</b>	Pflichtmodul
<b>Modulverantwortlicher</b>	Prof. Dr. Gerd Wittler
<b>Studiensemester</b>	4
<b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>	Sommersemester
<b>Credits</b>	25
<b>Workload Präsenz</b>	130 h
<b>Workload geleitetes E-Learning</b>	12 h
<b>Workload Selbststudium</b>	620 h
<b>Workload Prüfungsvorbereitung</b>	-
<b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>	-
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>	a) Forschungsmethoden (2 ECTS) b) Masterarbeit (20 ECTS) c) Kolloquium zur Masterarbeit (3 ECTS)
<b>Lehrende/r</b>	a) Dr. Andreas Häger b) und c) Individuell je nach Thema
<b>Art der Lehrveranstaltung</b>	Masterarbeit
<b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b>	a) Proposal (ST) b) Abhandlung (BE) c) Referat (RE) und Mündliche Prüfung (MP) 30 min.
<b>Ermittlung der Modulnote</b>	88 % Masterarbeit, 12 % Kolloquium Forschungsmethoden muss bestanden werden
<b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>	Der Studierende reicht zusammen mit der Anmeldung eine Kurzfassung (Proposal) des Themas ein.
<b>Zertifikatskurs</b>	-
<b>Bemerkungen</b>	-

### Lehrinhalte

Das Thema der Masterarbeit kann individuell aus dem thematischen Umfeld der Studieninhalte des Masterstudiengangs Autonomes Fahren gewählt werden.

### **Fachkompetenz**

Der Studierende ist in der Lage, wissenschaftlich fundierte Urteile fällen und sich in Aufgabenstellungen des Studiengbietes Autonomes Fahren vertiefend einzuarbeiten, Probleme zu analysieren sowie Lösungen und Daten zu interpretieren und zu beurteilen. Die Fähigkeiten der Studierenden, die Nutzenargumentation und theoretische Fundierung klar herauszuarbeiten, werden gefördert. Nach Abschluss des Moduls überblicken die Teilnehmer den aktuellen Stand der Forschung und die Zusammenhänge ihres Themengebietes.

In einem abschließenden Kolloquium präsentieren die Teilnehmer ihre Abschlussarbeit und positionieren sich in einem fachlichen Diskurs. Die Präsentation von 30 Minuten umfasst zumindest die Problembeschreibung/ Fragestellung der Arbeit, die theoretischen Bezüge, die eingesetzten Methoden sowie die zentralen Ergebnisse.

### **Überfachliche Kompetenz**

Durch die intensive Kommunikation mit dem Betreuer und dem Ansprechpartner im Betrieb wird die Sozialkompetenz verbessert. Im Dialog werden Themenwahl, Problemstellung, Zielsetzung und Vorgehen auf Tragfähigkeit und Plausibilität geprüft. Die Rückmeldungen geben dem Studierenden hilfreiche Hinweise und etwaige Richtungskorrekturen vor Abgabe des Themas. Der Studierende ist in der Lage, eigenverantwortlich und termingerecht ein Projekt zu bearbeiten, zu analysieren, zu strukturieren und zu lösen.

Die Präsentation ihrer Schlussfolgerungen vor Fachvertretern stärkt sowohl die soziale Kompetenz als auch das Selbstvertrauen.

### **Literatur**

Individuelle Literatur entsprechend dem Themengebiet