

Master Elektromobilität (berufsbegleitend), M. Eng.

# **MODULHANDBUCH**

**(Externenprüfungsordnung der Hochschule Esslingen  
vom 25.06.2019)**

Stand 02.06.2022

# 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 .....                            | 40        |
| <b>Semester 4</b> .....                             | <b>42</b> |
| Mastermodul .....                                   | 43        |

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

---

Nach Abschluss des Moduls sind die Teilnehmenden in der Lage, die komplexen Anforderungen und Problemstellungen der elektro- und regelungstechnischen Vorgänge der Elektromobilität mittels mathematischer Methoden und numerischer Verfahren zu analysieren und Lösungen zu entwickeln. Dabei können sie Prozesse umfangreich simulieren. Die Teilnehmenden sind imstande, prominente Themen der Elektrotechnik, Regelungstechnik, Mathematik, Matrixorientierte Programmierung und Systemsimulation zu verstehen und einzuordnen.

|  |  |
|--|--|
| <b>Studienangebot</b>  | Master Elektromobilität (berufsbegleitend)   |
|  | Hochschulföderation SüdWest  |
| <b>Modulnummer</b>   | 4513   |
| <b>SPO-Version</b>   | 2.0  |
| <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 oder virtuelle Präsenz</b>   | 50 h   |
| <b>Workload geleitetes E-Learning</b>  | 0 h  |
| <b>Workload Selbststudium</b>  | 50 h   |
| <b>Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung</b>                                  | 50 h   |
| <b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>  | Master Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie  |
| <b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>  | Grundkenntnisse für LV a) und b), wie sie in einem ingenieurwissenschaftlichen Bachelor-Studium erworben werden  |
| <b>Sprache</b>   | Deutsch  |
| <b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>  | a) Einführung in die Elektro-/Regelungstechnik (2 ECTS)<br>b) Mathematik (2 ECTS)<br>c) Matrixorientierte Programmierung und Systemsimulation (1 ECTS) |
| <b>Lehrende/r</b>  | a) Prof. Dr. Karl-Heinz Steglich<br>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> | Klausur (KL) 120 Min.<br>(40% Teil a), 60% Teil b) und c))   |

---

|   |         |
|---|---------|
| <b>Ermittlung der Modulnote</b>                         | 100% KL |
| <b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b> | -       |
| <b>Zertifikatskurs</b>                                  | Ja      |
| <b>Bemerkungen</b>                                      |         |

## Lehrinhalte

### a) Einführung in die Elektro-/Regelungstechnik

- Grundlagen Gleich- und Wechselstromtechnik
- Berechnung von Wechsel-/Drehstromnetzen
- Elektrische Leistung in Gleich-/Wechsel-/Drehstromnetzen
- Elektromagnetismus, Spannungsinduktion
- Lineare Systeme im Zeitbereich, Differentialgleichungen
- Modellierung dynamischer Zustandsraummodelle
- Lineare Systeme im Frequenzbereich
- Laplace-Transformation, Frequenzgänge, Stabilität
- Übertragungsfunktionen im Regelkreis
- Matlab Control System Toolbox

### b) Mathematik

- Komplexe Rechnung
- Matrizen
- Verfahren zur Lösung von Gleichungssystemen
- Polynome
- Differentialgleichungen (DGL) und Anfangswertprobleme (AWP)

### c) Matrixorientierte Programmierung

- Matlab
- Simulink

## Fachkompetenz

Die Teilnehmenden vertiefen die für die ingenieurmäßige Handhabung von technischen Systemen erforderlichen mathematischen Kenntnisse und Methoden. Sie wählen geeignete Methoden aus und wenden diese für die Analyse, Modellierung und Simulation technischer Fragestellungen, konkret mit den Werkzeugen Matlab und Simulink, an. Die Teilnehmenden sind in der Lage, Skripte zu programmieren und Funktionen für den Einsatz von Matrix- und Vektorrechnung sowie die Verwendung fertiger Programmfunktionen anzuwenden. Die Teilnehmenden können die Erstellung und Manipulation von Grafiken, die Datenaufbereitung, numerisches Lösen von Differentialgleichungen und die Simulation von dynamischen Systemen berechnen.

Die Teilnehmenden können mit elektrotechnischen Systemen (Schaltungen, Komponenten) umgehen sowie deren elektronisches Verhalten individuell sowie im systemischen Kontext analysieren und beurteilen. Sie sind imstande, die regelungstechnische Grundkompetenz für das Systemverständnis sowie die Methodik für die Analyse von und den Umgang mit Systemen zu nutzen. Sie vertiefen die Betrachtung und Handhabung im Frequenz- bzw. Laplacebereich, wodurch die Methodenkompetenz zur Bearbeitung und Beherrschung derartiger Systeme geschaffen wird. So sind imstande, die Konzeption von technisch-geregelten Prozessen zu erkennen, zu abstrahieren und zu nutzen. Die Teilnehmenden wenden die technisch-mathematischen Kenntnis- und Methodenkompetenzen sowie entsprechende Werkzeuge für den Umgang, die Analyse und Dimensionierung der Prozesse an.

## Überfachliche Kompetenzen

Die Teilnehmenden können ihre solide Wissensbasis für die Angehensweise und den Umgang mit komplexen technischen Problemstellungen durch fachbezogene mathematisch-simulative sowie elektro- und regelungstechnische Problemstellungen anwenden. Sie sind in der Lage, durch technische Kompetenz und Kenntnis von Simulationsmethoden ihr Abstraktionsvermögen einzusetzen und die verschiedenen technischen Aufgabenstellungen zu beurteilen. Sie können geeignete Analyse- und Simulationsmethoden auswählen und nutzen. Die Teilnehmenden benutzen dabei die Werkzeuge Matlab und Simulink, die in vielen weiteren technischen Disziplinen Anwendung finden. Durch die Methodik des Studierens und gemeinsamen Problemlösens sind sie imstande mit den Herausforderungen der technischen Anforderungen umzugehen sowie ingenieurwissenschaftliche Vorgehensweise und das interdisziplinäre Arbeiten im Team einzusetzen.

## Literatur

### a) Einführung in die Elektro-/Regelungstechnik

- Skriptum zur Vorlesung
- Hagmann, Gert: Grundlagen der Elektrotechnik sowie Aufgabensammlung zu den Grundlagen der Elektrotechnik, Aula, 2017
- Büttner, Wolf-Ewald: Grundlagen der Elektrotechnik 1 / 2, Oldenbourg, 2012 / 2014
- Frohne, Heinrich, Löcherer, Karl-Heinz, Müller, Hans, Harriehausen, Thomas: Moeller Grundlagen der Elektrotechnik, Vieweg+Teubner, 2011 alternativ:
- Harriehausen, Thomas, Schwarzenau, Dieter: Moeller Grundlagen der Elektrotechnik, Springer, 2013
- Kories, Ralf Rüdiger, Schmidt-Walter, Heinz: Taschenbuch der Elektrotechnik: Grundlagen und Elektronik, Edition Harry Deutsch, 2017
- Lunze, Jan: Regelungstechnik 1/2, Springer Verlag, 2016
- Föllinger, Otto: Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung, VDE, 2016
- Lutz, Holger, Wendt, Wolfgang: Taschenbuch der Regelungstechnik: mit MATLAB und Simulink, Edition Harry Deutsch, 2014

### 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)

### c) Matrixorientierte Programmierung und Systemsimulation

- Beucher, Ottmar: MATLAB und Simulink. Grundlegende Einführung für Studenten und Ingenieure in der Praxis, Addison-Wesley, 2008.
- Beucher, Ottmar: Signale und Systeme: Theorie, Simulation, Anwendung. Eine beispielorientierte Einführung mit MATLAB, Springer Vieweg, 2015
- Günter M. Gramlich: Eine Einführung in MATLAB – Aus Sicht eines Mathematikers, Hochschule Ulm, 2007 (online erhältlich)
- Perez Lopez, Caesar: MATLAB Control Systems Engineering, Springer/Apress, 2014
- Scherf, Helmut E.: Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme. Eine Sammlung von Simulink-Beispielen, Oldenbourg, 2010
- Stein, Ulrich: Programmieren mit MATLAB. Programmiersprache, Grafische Benutzeroberflächen, Anwendungen, Carl-Hanser, 2012

---

## Mobilitätskonzepte und Infrastruktur

---

Die Teilnehmenden verstehen das Gesamtsystem Elektromobilität und können dieses aus Perspektive der Politik, der Industrie und der Nutzer beurteilen. Sie kennen das Technologie- und Innovationsmanagement auf politischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Ebenen sowie die (förder-) rechtlichen Rahmenbedingungen.

Die Teilnehmenden können die Marktentwicklung, Standorte und Geschäftsmodelle in Bezug auf das Thema Ladeinfrastruktur analysieren. Den regulatorischen Rahmen können sie dabei ebenso berücksichtigen wie denkbare nutzerseitige Organisationsformen zur flexiblen und wirtschaftlichen Integration der Elektromobilität in die Gesellschaft. Sie sind in der Lage, den Strukturwandel und die Transformation der Automobilwirtschaft im Rahmen einer zunehmenden Digitalisierung in den Bereichen Produkt, Geschäftsmodellen, Organisationsstrukturen, Gesellschaft und Politik einzuordnen.

---

|   |  |
|---|--|
| <b>Studienangebot</b>   | Master Elektromobilität (berufsbegleitend)   |
|   | Hochschulföderation SüdWest  |
| <b>Modulnummer</b>  | 4502   |
| <b>SPO-Version</b>  | 2.0  |
| <b>Modulart</b>   | Pflichtmodul   |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                                  | Michael Ruprecht   |
| <b>Studiensemester</b>  | 1  |
| <b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>                   | Wintersemester   |
| <b>Credits</b>  | 5  |
| <b>Workload Präsenz und virtuelle Präsenz</b>                 | 50 h   |
| <b>Workload geleitetes E-Learning</b>                         | 0 h  |
| <b>Workload Selbststudium</b>                                 | 50 h   |
| <b>Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung</b> | 50 h   |
| <b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>                 | -  |
| <b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>             |  |
| <b>Sprache</b>  | Deutsch  |
| <b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>                         | a) Das System Elektromobilität (3 ECTS)<br>b) Nutzerverhalten und Geschäftsmodelle (1 ECTS)<br>c) Praktische Vorführung von Systemen und Funktionen (1 ECTS) |
| <b>Lehrende/r</b>   | a) Michael Ruprecht, Dr. Wolfgang Fischer<br>b) Lutz Engel<br>c) Lutz Engel  |
| <b>Art der Lehrveranstaltung</b>                              | Vorlesung  |
| <b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/</b>                 | a) und b) Klausur (KL) 120 Min.<br>b) Referat in der Gruppe (RE) 15 Min.   |

---



|   |                  |
|---|------------------|
| <b>Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b> |                  |
| <b>Ermittlung der Modulnote</b>                         | 80 % KL, 20 % RE |
| <b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b> | -                |
| <b>Zertifikatskurs</b>                                  | Ja               |
| <b>Bemerkungen</b>                                      | -                |

## Lehrinhalte

### a) Das System Elektromobilität

- Das System Elektromobilität
- Politische Rahmenbedingungen
- Rechtliche Rahmenbedingungen
- Marktentwicklung Fahrzeuge
- Ladeinfrastruktur
- Dimensionen des Wandels durch Elektrifizierung und Digitalisierung der Mobilität
- Implikationen des Wandels für den Standort Baden-Württemberg (Transformation, Strukturwandel)
- Chancen, Risiken sowie Strategien zur Bewältigung des Strukturwandels
- Innovationsmanagement
- Kooperationen, Netzwerke und Cluster
- Fallbeispiele Cluster Elektromobilität Süd-West und Strategiedialog Automobilwirtschaft Baden-Württemberg

### b) Nutzerverhalten und Geschäftsmodelle

- Gesellschaftliche Entwicklung, die 4 Evolutionsstufen u. der vertieft Blick auf die Automobilindustrientwicklung der letzten 100 Jahre
- Digitalisierung und ihre Auswirkung auf die Automobilindustrie
- Wissensgesellschaft versus produktiver Wertschöpfung

### c) 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 und organisatorischen Zukunftsperspektiven

## Fachkompetenz

Die Teilnehmenden kennen und verstehen die vielfältigen Bestandteile des Systems Elektromobilität und können die Verknüpfungen zur Digitalisierung herstellen. Dadurch sind sie in der Lage, Konzepte und deren technische Umsetzung eigenständig zu erarbeiten und aus verschiedenen Blickwinkeln darzustellen. Ferner besitzen sie nach Abschluss des Moduls ein Basiswissen des regulatorischen Rahmens der Elektromobilität und können dessen Bedeutung für den Erfolg der Elektromobilität einordnen.

Die Teilnehmenden können die Komplexität des mit Elektrifizierung und Digitalisierung einhergehenden Wandels und der Implikationen für die Branchen und Unternehmen beurteilen, insbesondere am Standort Baden-Württemberg sowie die Bedeutung von Kooperationen, Netzwerken und Clustern für die Innovationsfähigkeit von Unternehmen und Organisationen.

Sie 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 gesellschaftlicher Fragestellungen.

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

### **Überfachliche Kompetenz**

Die Teilnehmenden sind in der Lage, sowohl selbstständig als auch in Teams Probleme im Berufsfeld Innovationen zu lösen und so ihre „Employability“ zu steigern. Sie können Ergebnisse zielgruppengerecht präsentieren und verteidigen. Sie sind imstande, Strategien und Geschäftsmodelle für Elektromobilität aus Sicht der OEM, der Zulieferer, der Energie- und IT-Branche sowie der Gesellschaft zu bewerten.

### **Literatur**

- Begleit- und Wirkforschung Schaufenster Elektromobilität, Deutsches Dialog Institut (Hrsg.): Abschlussbericht. Frankfurt 2017.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.): Automobile Wertschöpfung 2030/2050. Berlin 2019.
- ClusterAgentur Baden-Württemberg (Hrsg.): Cluster und Innovationen. Cluster-Initiativen als Innovationstreiber. Stuttgart 2015.
- e-mobil BW (Hrsg.): Strukturstudie BW<sup>e</sup> mobil 2019 - Transformation durch Elektromobilität und Perspektiven der Digitalisierung. Stuttgart 2019.
- e-mobil BW (Hrsg.): Rohstoffe für innovative Fahrzeugtechnologien. Herausforderungen und Lösungsansätze. Stuttgart 2019.
- Nationale Plattform Elektromobilität (NPE), Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung (Hrsg.): Fortschrittsbericht 2018 – Markthochlaufphase. Berlin 2018.
- Nationale Plattform Elektromobilität (NPE), Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität der Bundesregierung (Hrsg.): Wegweiser Elektromobilität. Berlin 2016.
- Renn, Ortwin: Das Risikoparadox, hrsg. V. Klaus Wiegandt, Berlin 2014.
- Schwabe, Klaus: Die Vierte Industrielle Revolution. München 2016.
- Wimmer, Engelbert: THE IN-CAR-NATION CODE - Wie der digitale Wandel in der Mobilitätsindustrie gelingt (2019).
- Zukunftsreport 2018, Matthias Horx, Lena Papasabbas, Christian Schuldt, November 2017.
- brand eins 03/2019, Titel: Schwerpunkt: Digitalisierung.
- edition brand eins 2019, Urbane Innovationen.

### **Podcast**

- Podcast: global melange; von Mario Herger; Tesla Kursrallye, VW, Daimler, BMW, und der Regenschirm

---

## Systemsimulation

---

Die Teilnehmenden können dynamische mechatronische Systeme modellieren, simulieren und identifizieren. Dieses umfasst die signalflossorientierte Modellbildung mechanischer, thermischer sowie elektrischer Streckenmodelle sowie die Modellierung der informationsverarbeitenden Komponenten. Dabei sind die Teilnehmenden in der Lage, die dynamischen Wechselwirkungen insbesondere in Hinblick auf Themenbereich Elektromobilität fachübergreifend zu betrachten.

|  |   |
|--|---|
| <b>Studienangebot</b>  | Master Elektromobilität (berufsbegleitend)  |
|  | Hochschulföderation SüdWest   |
| <b>Modulnummer</b>   | 4514  |
| <b>SPO-Version</b>   | 2.0   |
| <b>Modulart</b>  | Pflichtmodul  |
| <b>Modulverantwortlicher</b>   | Prof. Dr.-Ing. Gerd Wittler   |
| <b>Studiensemester</b>   | 1   |
| <b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>  | Wintersemester  |
| <b>Credits</b>   | 5   |
| <b>Workload Präsenz und virtuelle Präsenz</b>  | 42 h  |
| <b>Workload geleitetes E-Learning</b>  | 8 h   |
| <b>Workload Selbststudium</b>  | 80 h  |
| <b>Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung</b>                                  | 20 h  |
| <b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>  | Master Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie   |
| <b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>  | Kenntnisse in Mathematik, Regelungstechnik, Elektrotechnik, Technische Mechanik   |
| <b>Sprache</b>   | Deutsch   |
| <b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>  | Systemsimulation  |
| <b>Lehrende/r</b>  | Prof. Dr.-Ing. Gerd Wittler, Dr. Manuel Warwel, Dipl.-Ing. Friedhelm Schlüter   |
| <b>Art der Lehrveranstaltung</b>   | Vorlesung mit Übungen und Rechnerlabor  |
| <b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/ Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b> | Projektarbeit (PA): Eigenständige Ableitung, Implementierung und Analyse eines Systemmodells mit einem Simulationsprogramm nach Aufgabenstellung. Dokumentation (Bericht 15-20 Seiten) und Präsentation (ca. 15-20 Minuten) der Ergebnisse. Die Bearbeitung der Aufgabenstellung erfolgt in Kleingruppen. |
| <b>Ermittlung der Modulnote</b>  | 100 % PA  |
| <b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>  | -   |

---

|                        |    |
|------------------------|----|
| <b>Zertifikatskurs</b> | Ja |
| <b>Bemerkungen</b>     | -  |

## Lehrinhalte

### a) Vorlesung Systemsimulation

- Einleitung und Motivation
- Grundlagen der signalflussorientierten Systemmodellierung
- Anwendung numerischer Simulationsverfahren und Echtzeitsimulation
- Modellbildung von Streckenmodellen (mechanisch/ elektrisch/ thermisch / usw.)
- Identifikationsverfahren im Zeit- und Frequenzbereich
- Modellierung informationsverarbeitender Systeme

### b) Rechnerlabor Systemsimulation

- Einführung in die signalflussorientierte Systemmodellierung (Matlab/Simulink)
- Einstellung und Anwendung numerischer Simulationsverfahren
- Modellierung, Identifikation und Parameterstudie eines elektrischen Antriebssystems
- Modellierung und Auslegung eines Temperaturbeobachters für einen Wechselrichter

## Fachkompetenz

Die Teilnehmenden kennen den Einsatzzweck und die Bedeutung der System- und Echtzeitsimulation in der Produktentwicklung mechatronischer Systeme sowie die verschiedenen Modellierungselemente und Methoden zur signalflussorientierten Modellierung und Implementierung von mechatronischen Systemen (z.B. Nichtlineare Zustandsdarstellung, Blockdiagramm, Übertragungsfunktion). Sie verstehen die Eigenschaften sowie die Vor- und Nachteile und die Einsatzgebiete (wie z.B. MiL-, SiL-, PiL-, HiL- und RCP-Systeme) der unterschiedlichen Systemdarstellungen. Die Teilnehmenden sind in der Lage, technische Aufgabenstellungen mit Hilfe von Systemmodellen und den Modellierungselementen zu beschreiben, analysieren, bewerten und das Systemverhalten zu optimieren. Die Teilnehmenden können dazu geeignete Analyse- und Simulationsverfahren auswählen und anwenden.

## Überfachliche Kompetenzen

Die Teilnehmenden können sowohl selbstständig als auch im Team Aufgaben bearbeiten und Problemstellungen lösen. Sie sind in der Lage, die angewandten Methoden der Systemsimulation auch außerhalb der fachlichen Gegenstandsbereiche des Studiums anzuwenden.

## Literatur

- Skript und digitale Lernmaterialien zur Vorlesung und zum Labor
- Zirn, O.: Modellbildung und Simulation mechatronischer Systeme, mit Beispielsimulationen und Modellen in Matlab/ Simulink, Springer Verlag, 2006.
- Föllingen, O.: Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung, VDE Verlag, 2. Auflage, 2016.
- Matlab und Simulink, Beispielorientierte Einführung in die Simulation dynamischer Systeme, Addison Wesley Verlag, 1998
- Warwel, M.: Systematische Modellbildung zur echtzeitfähigen beobachterbasierten Temperaturüberwachung von Wechselrichtern für Elektro- und Hybridfahrzeuge, Springer Vieweg Verlag, Wissenschaftliche Reihe Fahrzeugtechnik Universität Stuttgart, 1. Auflage, 2017.

---

## Werkstoffe und Leichtbau für Elektromobilität

---

Die Teilnehmenden besitzen vertiefte Kenntnisse in Werkstoffklassen, die Schlüsseltechnologien für die Elektromobilität darstellen. Dazu zählen das Wissen um die anwendungsspezifischen Anforderungen 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)<br>Hochschulföderation SüdWest   |
| <b>Modulnummer</b>   | 4506  |
| <b>SPO-Version</b>   | 2.0   |
| <b>Modulart</b>  | Pflichtmodul  |
| <b>Modulverantwortlicher</b>   | Prof. Dr. Volker Knoblauch  |
| <b>Studiensemester</b>   | 1   |
| <b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>  | Wintersemester  |
| <b>Credits</b>   | 5   |
| <b>Workload Präsenz und virtuelle Präsenz</b>  | 40 h  |
| <b>Workload geleitetes E-Learning</b>  | 0 h   |
| <b>Workload Selbststudium</b>  | 60 h  |
| <b>Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung</b>                                  | 50 h  |
| <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)<br>b) Leichtbau und Konstruktion (2 ECTS)                             |
| <b>Lehrende/r</b>  | a) Prof. Dr. Volker Knoblauch,<br>Dr. Alwin Nagel<br>b) Prof. Dr.-Ing. 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.<br>b) Klausur (KL) 60 Min.  |
| <b>Ermittlung der Modulnote</b>  | 60% KL Werkstoffe für Elektromobilität,<br>40 % KL 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

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

Außerdem kennen und verstehen die Teilnehmenden die wichtigsten Begriffe und Methoden auf den Gebieten Werkstoffkunde, Festigkeitslehre und Konstruktion für leichtbauspezifische Anwendungen. Sie sind außerdem imstande, Definition und Zielsetzungen des Leichtbaus einzuordnen und können durch Leichtbaubeispiele im Flug- und Fahrzeugbau und im extremen Leichtbau die Bedeutung des Leichtbaus beurteilen. Sie kennen grundsätzliche Leichtbau-Konstruktionsregeln, Differential- und Integralbauweise, der Bedingungsleichtbau und Konstruieren mit Blech. Die Teilnehmenden können die neuen Kenntnisse an komplexen technischen Problemstellungen wie die Konstruktion einer Fahrzeugstruktur anwenden. Sie verstehen Begriffe wie Flächenträgheitsmoment, Knickung und Beulen, Schubfluss und Schubmittelpunkt und können diese berechnen.

## Überfachliche Kompetenz

Die Teilnehmenden sind in der Lage, sowohl selbstständig als auch im Team Probleme zu lösen und die Lösungen zielgruppengerecht zu präsentieren sowie zu verteidigen.

## 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 Teilnehmenden 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. Sie haben erste Erfahrungen mit der Prüfung elektrischer Fahrmotoren und können die Test-Ergebnisse beurteilen.

Die Teilnehmenden verstehen 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>  | 2.0  |
| <b>Modulart</b>   | Pflichtmodul   |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                                  | Prof. Dr.-Ing. Frank Tränkle   |
| <b>Studiensemester</b>  | 2  |
| <b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>                   | Sommersemester   |
| <b>Credits</b>  | 5  |
| <b>Workload Präsenz und virtuelle Präsenz</b>                 | 48 h   |
| <b>Workload geleitetes E-Learning</b>                         | 0 h  |
| <b>Workload Selbststudium</b>                                 | 52 h   |
| <b>Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung</b> | 50 h   |
| <b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>                 | Master Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie  |
| <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)<br>b) Modellbasierte Regelung elektrischer Antriebe (2 ECTS)<br>c) Labor Elektrische Maschinen und Antriebe (1 ECTS)  |

---

|  |  |
|--|--|
| <b>Lehrende/r</b>  | a) Prof. Dr.-Ing. Markus Harke<br>b) Prof. Dr.-Ing. Frank Tränkle<br>c) Prof. Dr.-Ing. Markus Harke / Prof. Dr.-Ing. Frank Tränkle |
| <b>Art der Lehrveranstaltung</b>   | Vorlesung, Übung, Labor  |
| <b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/<br/>Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b> | a) Klausur (KL) 60 Min.<br>b) Klausur (KL) 60 Min.<br>c) Protokoll (PK), ca. 10 Seiten pro Labor                                   |
| <b>Ermittlung der Modulnote</b>  | 50% KL Elektrische Maschinen und Antriebe,<br>50% KL Modellbasierte Regelung elektrischer Antriebe<br>PK unbenotet                 |
| <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
- Auto-Code-Generierung
- 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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 Teilnehmenden 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**

Die Teilnehmenden sind in der Lage, sowohl im Team als auch selbstständig Probleme zu lösen, Ergebnisse zu diskutieren und zu interpretieren sowie sich zu organisieren.

## **Literatur**

- Skriptum zur Vorlesung
- Fischer, R.: Elektrische Maschinen, Carl Hanser Verlag, 17. Auflage, 2017.
- Müller, G., Ponick, B.: Grundlagen Elektrischer Maschinen, Wiley-VCH Verlag, 10. Auflage, 2014.
- Binder, A.: Elektrische Maschinen und Antriebe, Springer Verlag, 2. Auflage, 2017.
- 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

---

Die Teilnehmenden beherrschen die Grundlagen zu elektrischen Antrieben und insbesondere der elektrischen Maschine. Darauf aufbauend verstehen sie moderne Hybridantriebe als Vorstufe zu den elektrischen Fahrtrieben aus technisch-wissenschaftlicher, wirtschaftlicher und ökologischer Sicht. Sie können die verschiedenen Möglichkeiten unter Berücksichtigung von Kosten, Ressourcen und technischer Darstellbarkeit beurteilen.

Die Teilnehmenden sind in der Lage, typische Messgrößen von Elektrofahrzeugen (Ströme, Spannungen, Ladezustand, ...) an einem Fahrzeug zu identifizieren, erfassen und zu verarbeiten. Sie können dynamische Modelle für das Fahrzeug aufstellen, um reale Fahrprofile zu erhalten und mit den Messergebnissen für die Profile abzugleichen. Die Teilnehmenden sind imstande, typische Kenngrößen für batterieelektrische Fahrzeuge zu erarbeiten.

---

|   |  |
|---|--|
| <b>Studienangebot</b>   | Master Elektromobilität (berufsbegleitend)   |
|   | Hochschulföderation SüdWest  |
| <b>Modulnummer</b>  | 4505   |
| <b>SPO-Version</b>  | 2.0  |
| <b>Modulart</b>   | Pflichtmodul   |
| <b>Modulverantwortlicher</b>                                  | Prof. Dr.-Ing. Andreas Daberkow  |
| <b>Studiensemester</b>  | 2  |
| <b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>                   | Sommersemester   |
| <b>Credits</b>  | 5  |
| <b>Workload Präsenz und virtuelle Präsenz</b>                 | 50 h   |
| <b>Workload geleitetes E-Learning</b>                         | 0 h  |
| <b>Workload Selbststudium</b>                                 | 50 h   |
| <b>Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung</b> | 50 h   |
| <b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>                 | -  |
| <b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>             | Grundkenntnisse in:<br>Elektrischer Antriebstechnik, Fahrzeugantriebe, Kraftfahrzeugtechnik, Fahrzeugdynamik, Messtechnik und Messdatenverarbeitung (MATLAB/Simulink)  |
| <b>Sprache</b>  | Deutsch  |
| <b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>                         | a) Hybride Fahrzeugsysteme (2 ECTS)<br>b) Labor Komponenten, Systemdynamik und Test v. E-Fahrzeugen (2 ECTS)<br>c) Praktische Vorführung zur Entwicklung von Elektrofahrzeugen und über Zulieferer von Hybridtechnologien (1 ECTS) |
| <b>Lehrende/r</b>   | a) Prof. Dr.-Ing. László Farkas<br>b) Prof. Dr.-Ing. Andreas Daberkow  |

---

|  |   |
|--|---|
|  | c) Prof. Dr.-Ing. Andreas Daberkow  |
| <b>Art der Lehrveranstaltung</b>   | Vorlesung, Übung, Labor, Exkursion  |
| <b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/<br/>Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b> | a) und b) Klausur (KL) 120 Min.<br>c) Referat in der Gruppe (RE) 20 Min. pro Thema  |
| <b>Ermittlung der Modulnote</b>  | 80 % KL, 20% RE   |
| <b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>  | Klausur: Teilnahme an Lehrveranstaltung „Theoretische Grundlagen der Elektromobilität“ Modulnummer 4513   |
| <b>Zertifikatskurs</b>   | Ja  |
| <b>Bemerkungen</b>   | c) Praktische Vorführung / Exkursion:<br><br>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 und Test v. E-Fahrzeugen

- 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

Die Teilnehmenden besitzen ein tiefgehendes antriebstopologisches Wissen. Sie können Elektromaschinen zu den jeweiligen Hybridkonzepten effizient zuordnen und an konkreten Fahrzeugapplikationen erläutern. Die Teilnehmenden können deren wesentliche Vor- und Nachteile mit den Kosten-/ Nutzenaspekten beurteilen. Sie können die neuen Kenntnisse an komplexen technischen Problemstellungen anwenden.

Sie sind in der Lage, typische Messgrößen von Elektrofahrzeugen (Ströme, Spannungen, Ladezustand, ...) an einem Fahrzeug zu erfassen, zu verarbeiten und zu bewerten. Für reale Fahrprofile können sie dynamische Modelle für das Fahrzeug aufstellen und mit den Messergebnissen für die Profile abgleichen.

Sie sind außerdem imstande, z.B. Ladekennlinien zu analysieren und hinsichtlich des Wirkungsgrades zu bewerten.

Die Teilnehmenden verstehen die Produktentstehungsprozesse von Automobilherstellern und Lieferanten sowie verschiedene Entwicklungs- und Produktionsaspekte zu Fahrzeugkonzepten in der Elektromobilität.

Außerdem können sie effizient mit Kosten umgehen sowie über technische Realisierbarkeiten entscheiden.

### **Überfachliche Kompetenz**

Die Teilnehmenden sind in der Lage, sowohl im Team als auch selbstständig Probleme zu lösen indem sie gesehene Konzeptstrukturen überdenken. Sie können Ergebnisse diskutieren und interpretieren sowie sich organisieren.

### **Literatur**

#### **a) Hybride Fahrzeugsysteme**

- Umdrucke zur Vorlesung
- Bosch, Krafftahrtechnisches 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 Elektrifizierung des Antriebsstrangs.

#### **b) Labor Komponenten, Systemdynamik und Test v. E-Fahrzeugen**

- 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 2018: Der Kunde wird es entscheiden. Abzurufen unter [https://www.researchgate.net/publication/323486141\\_Status-Elektromobilitaet-2018-HL](https://www.researchgate.net/publication/323486141_Status-Elektromobilitaet-2018-HL).
- 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

---

Nach Abschluss des Moduls sind die Teilnehmenden imstande, ein breites Spektrum an technischen Wirkzusammenhängen zu verstehen. Auf dieser Basis können sie neuartige leistungselektronische Schaltungen systematisch analysieren. Die dabei angewandten Methoden zur Modellierung und Simulation basieren auf vergleichbaren Zusammenhängen. Die Teilnehmenden sind in der Lage, für verschiedene Aufgabenstellungen geeignete Methoden auszuwählen und anzuwenden.

|  |   |
|--|---|
| <b>Studienangebot</b>  | Master Elektromobilität (berufsbegleitend)<br>Hochschulföderation SüdWest   |
| <b>Modulnummer</b>   | 4507  |
| <b>SPO-Version</b>   | 2.0   |
| <b>Modulart</b>  | Pflichtmodul  |
| <b>Modulverantwortlicher</b>   | Prof. Dr.-Ing. Rainer Uhler   |
| <b>Studiensemester</b>   | 2   |
| <b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>  | Sommersemester  |
| <b>Credits</b>   | 5   |
| <b>Workload Präsenz und virtuelle Präsenz</b>  | 40 h  |
| <b>Workload geleitetes E-Learning</b>  | 0 h   |
| <b>Workload Selbststudium</b>  | 60 h  |
| <b>Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung</b>                                      | 50 h  |
| <b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>  | Master Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie   |
| <b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>  | Kenntnisse in Mathematik, Regelungstechnik<br>Elektrotechnik, Technische Mechanik,<br>Schwingungslehre<br>Funktionsprinzipien der Energiewandlung,<br>Elektrische Bauteile im Kontext der Leistungselektronik |
| <b>Sprache</b>   | Deutsch   |
| <b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>  | a) Leistungselektronik und Steuergeräte /<br>Sicherheitskonzepte (3 ECTS)<br>b) Labor Schaltungsmodellierung und -simulation (2<br>ECTS)  |
| <b>Lehrende/r</b>  | Prof. Dr.-Ing. Rainer Uhler,<br>Prof. Dr.-Ing. Martin Neuburger   |
| <b>Art der Lehrveranstaltung</b>   | Vorlesung, Übung, Labor   |
| <b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/<br/>Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b> | a) Klausur (KL) 90 Min.<br>b) Protokoll (PK), (5 Berichte à 10 Seiten)  |
| <b>Ermittlung der Modulnote</b>  | 60 % KL, 40 % PK  |

|   |    |
|---|----|
| <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 Teilnehmenden 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

Die Teilnehmenden sind in der Lage, sowohl im Team als auch selbstständig Probleme zu lösen, Ergebnisse zu diskutieren und zu interpretieren sowie sich zu organisieren.



## 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 Teilnehmenden sind in der Lage, verschiedene Ausprägungen der Fahrzeugelektrifizierung (MHEV, HEV, PHEV, E-REV, BEV) und topologische Antriebskonzepte (parallel, seriell, leistungsverzweigt, straßenverkoppelt) zu bewerten. Sie verstehen vor allem die Systemzusammenhänge und können die Grenzen der jeweiligen Konzepte und der gegenseitigen Abhängigkeiten von Elektrifizierungsgrad und Antriebstopologie beurteilen. Dies umfasst die detaillierte Analyse elektrifizierter Getriebekonzepte, ihrer Betriebsarten und die gesamthafte Auslegung des elektrifizierten Triebstrangs.

|  |  |
|--|--|
| <b>Studienangebot</b>  | Master Elektromobilität (berufsbegleitend)<br>Hochschulföderation SüdWest                |
| <b>Modulnummer</b>   | 4509   |
| <b>SPO-Version</b>   | 2.0  |
| <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 und virtuelle Präsenz</b>  | 42 h   |
| <b>Workload geleitetes E-Learning</b>  | 0 h  |
| <b>Workload Selbststudium</b>  | 54 h   |
| <b>Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung</b>                                      | 54 h   |
| <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)<br>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/<br/>Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b> | a) Klausur (KL) 90 Min.<br>b) Protokoll (PK)   |
| <b>Ermittlung der Modulnote</b>  | 100% KL; PK unbenotet  |
| <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 Teilnehmenden 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 können sie selbständig einfache Simulationsprogramme entwickeln, um den Verlauf der Drehzahlen und Drehmomente aller Komponenten eines Hybridgetriebes zu berechnen und mit der Fahrzeugmessung zu vergleichen.

## Überfachliche Kompetenz

Die Teilnehmenden sind in der Lage, gemeinsam am Fahrzeug zu experimentieren und die Ergebnisse zu diskutieren. Sie können selbstständig Berechnungswerkzeuge programmieren.

## 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 Teilnehmenden beherrschen die Anwendung der jeweils angemessenen Arbeitsmethoden, die sich an der konkreten Aufgabenstellung ausrichten. Sie sind in der Lage, Daten zu interpretieren und zu bewerten. Komplexe Inhalte können sie klar und zielgruppengerecht präsentieren und verteidigen, sowohl mündlich als auch schriftlich.

---

|  |  |
|--|--|
| <b>Studienangebot</b>  | Master Elektromobilität (berufsbegleitend)                           |
|  | Hochschulföderation SüdWest  |
| <b>Modulnummer</b>   | 4515   |
| <b>SPO-Version</b>   | 2.0  |
| <b>Modulart</b>  | Pflichtmodul   |
| <b>Modulverantwortlicher</b>   | Prof. Dr.-Ing. 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 und virtuelle Präsenz</b>  | 0 h (ggf. 30 – 40 h im Auslandsmodul/Projektwoche)                   |
| <b>Workload geleitetes E-Learning</b>  | 0 h  |
| <b>Workload Selbststudium</b>  | 130 h  |
| <b>Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung</b>                                  | 20 h   |
| <b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>  | Master Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie                  |
| <b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>  | -  |
| <b>Sprache</b>   | Deutsch (ggf. Englisch im Auslandsmodul)                             |
| <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); ca. 15-25 inhaltliche Seiten                     |
| <b>Ermittlung der Modulnote</b>  | 100 % PA   |
| <b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>  | -  |
| <b>Zertifikatskurs</b>   | nein   |
| <b>Bemerkungen</b>   | -  |

---

### **Lehrinhalte**

- Bearbeitung einer individuell festgelegten Aufgabenstellung aus dem thematischen Umfeld der Studieninhalte des Masterstudiengangs Elektromobilität. Die Ausarbeitung erfolgt zu Hause oder im Arbeitsumfeld.

Ggf. bieten wir als Alternative folgende Auswahlmöglichkeit an:

- Bearbeitung einer Aufgabenstellung im Rahmen einer Blockveranstaltung (z.B. Projektwoche) oder im Rahmen einer Auslandsstudienwoche. Die genauen Themen und Aufgabenstellungen werden zusammen mit unseren Kooperationspartnern (z.B. Partnerhochschulen) während der Vorbereitungsphase abgestimmt.

### **Fachkompetenz**

Die Teilnehmenden sind in der Lage, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Projekt aus der Praxis in einem von ihnen frei gewählten Themengebiet des Studiengangs Elektromobilität selbstständig zu bearbeiten. Sie können eine schriftliche Ausarbeitung nach wissenschaftlichen Grundsätzen erstellen und diese im Rahmen einer Präsentation verteidigen und in einem Kolloquium in einen breiteren fachlichen Zusammenhang einordnen. Sie sind fähig, sich in Aufgabenstellungen des Studiengabiets vertiefend einzuarbeiten, Probleme zu analysieren und Lösungskonzepte zu entwickeln. Sie sind fähig, eine schriftliche Ausarbeitung zu entwerfen, um die Ergebnisse sachgerecht darzustellen. Sie können diese im Rahmen eines Kolloquiums vorstellen und in einen breiteren fachlichen Zusammenhang einordnen. Die Teilnehmenden sind dabei in der Lage, ihr Thema schlüssig vorzutragen und auf Fragen kompetent zu antworten. Die Teilnehmenden können Probleme analysieren und lösen. Sie können gesammelte Daten bewerten und deren Relevanz sowie Plausibilität beurteilen.

### **Überfachliche Kompetenz**

Die Teilnehmenden sind in der Lage, eigenverantwortlich und termingerecht ein Projekt zu bearbeiten, indem sie komplexe Probleme analysieren, strukturieren und lösen können. Sie sind in der Lage, sich selbst zu organisieren und können Kritik annehmen und sich konstruktiv damit auseinandersetzen.

### **Literatur**

Individuelle Literatur entsprechend dem Themengebiet.

# Semester 3

---

## Systems Engineering

---

Die Teilnehmenden kennen die Begriffe des Systems Engineering und können den Nutzen beurteilen. Sie verstehen diverse domänenspezifische Sichten auf ein System. Die Teilnehmenden 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>   | 4516  |
| <b>SPO-Version</b>   | 2.0   |
| <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 und virtuelle Präsenz</b>  | 46 h  |
| <b>Workload geleitetes E-Learning</b>  | 0 h   |
| <b>Workload Selbststudium</b>  | 66 h  |
| <b>Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung</b>                                      | 38 h  |
| <b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>  | Master Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie                                       |
| <b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>  | Grundlagen der Mathematik   |
| <b>Sprache</b>   | Deutsch   |
| <b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>  | a) Systems Engineering (3 ECTS)<br>b) Projektmanagement (2 ECTS)                          |
| <b>Lehrende/r</b>  | a) Prof. Dr. Thorsten Zenner<br>b) Prof. Dr. Ralf Wörner                                  |
| <b>Art der Lehrveranstaltung</b>   | Vorlesung, Übung  |
| <b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/<br/>Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b> | HR (Hausarbeit / Referat), Hausarbeit 20-25 Seiten, Referat in der Gruppe, Dauer: 15 Min. |
| <b>Ermittlung der Modulnote</b>  | 100% HR (50% Hausarbeit, 50 % Referat)  |
| <b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>  | -   |
| <b>Zertifikatskurs</b>   | nein  |
| <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 Teilnehmenden 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 als auch modellbasiert). Die Teilnehmenden 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 Teilnehmenden sind in der Lage, (technische) Projekte von der Projektdefinition über den Projektantrag, die Projektplanung und die Projektsteuerung praxisbezogen zu managen. Sie können Methoden des Projektmanagements an Beispielen in Gruppenübungen anwenden. Dabei sind sie imstande, Formulare und Checklisten zur Umsetzung zu verwenden. Nach Abschluss des Moduls sind die Teilnehmenden in der Lage, Projekte zu leiten.



## Überfachliche Kompetenz

Die Teilnehmenden 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

- Haberfellner, 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.; Rechting, 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 Teilnehmenden verstehen die energetische Betriebsstrategie elektrifizierter Fahrzeuge. Insbesondere sind sie in der Lage, unterschiedliche Energiespeicher (insbes. chemische und elektrische Energie) oder unterschiedliche Systeme (Antrieb, Klimatisierung, Nebenaggregate) fahrprofilabhängig energetisch optimal zu priorisieren sowie Methoden zum vorausschauenden Energiemanagement anzuwenden. Sie verstehen außerdem die Klimatisierung von Speichersystemen und der Fahrgastzelle für Sommer- und Winterbetrieb und können Systemkomponenten im Gesamtfahrzeug numerisch und messtechnisch auslegen und absichern.

Die Teilnehmenden können die neugewonnenen Freiheitsgrade zur Gestaltung von Anzeige und Bedienelementen, die die Elektrifizierung bietet, einordnen. Sie beherrschen außerdem die Methoden und Prozesselemente des benutzerzentrierten Entwurfs von Mensch-Maschine-Schnittstellen unter Berücksichtigung von Fragen der Kundenakzeptanz und der Wahrnehmung von Fahreigenschaften.

|  |   |
|--|---|
| <b>Studienangebot</b>  | Master Elektromobilität (berufsbegleitend)  |
|  | HfSW Hochschulföderation Südwest  |
| <b>Modulnummer</b>   | 4510  |
| <b>SPO-Version</b>   | 2.0   |
| <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 und virtuelle Präsenz</b>  | 44 h  |
| <b>Workload geleitetes E-Learning</b>  | 0 h   |
| <b>Workload Selbststudium</b>  | 56 h  |
| <b>Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung</b>                                  | 50 h  |
| <b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>  | Master Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie   |
| <b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>  | -   |
| <b>Sprache</b>   | Deutsch   |
| <b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>  | a) Energetische Betriebsstrategien und Thermomanagement (3 ECTS)<br>b) Usability Engineering (2 ECTS) |
| <b>Lehrende/r</b>  | a) Prof. Dr. Moritz Gretzschel; Herr Roland Kleemann<br>b) Herr Tobias 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) 90 Min.<br>b) Referat in der Gruppe (RE) 30 Min.                                      |

|   |                  |
|---|------------------|
| <b>Ermittlung der Modulnote</b>                         | 60 % KL, 40 % RE |
| <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

Vermittlung der Grundlagen von

- Usability
- mensch-zentrierter Gestaltung (User Centered Design)
- iterativen Designs
- User Experience Design
  - Nutzungskontextanalyse
  - Spezifikation und Modellierung
  - Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen
  - Prototyping
  - Evaluierung

## Fachkompetenz

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

Die Teilnehmenden sind in der Lage, die Grundlagen des Wärmetransports zu erklären, den Klimakomfort klimaphysiologisch grundlegend zu bewerten sowie ansatzweise eine Wärmebilanz zu bilden.

Sie besitzen Grundlagenwissen im Bereich der menschenzentrierten Entwicklung von Mensch-Technik-Schnittstellen. Zudem können sie die theoretisch erworbenen neuen Fachkenntnisse in einem ersten praktischen Projekt anwenden und elaborieren. Die Teilnehmenden kennen verschiedene Methoden zur Kontextanalyse und Evaluation von Benutzungsschnittstellen und können deren Vor- und Nachteile einordnen.

## Überfachliche Kompetenz

Die Teilnehmenden sind in der Lage, sowohl im Team als auch selbstständig Probleme zu lösen, Ergebnisse zu diskutieren und zu interpretieren sowie sie zielgruppengerecht zu präsentieren.

## 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. *Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion*. Pearson Studium, 1. Auflage, 2005, ISBN: 978-3827371751
- Heinecke, A. *Mensch-Computer-Interaktion*. Springer, 2. Auflage, 2012, ISBN: 978-3642135064.
- Shneiderman, B.; Plaisant, C. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Addison Wesley, 5. Auflage, 2013, ISBN: 978-1292023908.
- NORMAN, Don. *The design of everyday things: Revised and expanded edition*. Basic books, 2013.
- ANDERSON, Stephen P. *Seductive Interaction Design: Creating Playful, Fun, and Effective User Experiences, Portable Document*. Pearson Education, 2011.

---

## Mobile Energiesysteme

---

Die Teilnehmenden verstehen die Begriffe und Methoden der Batterie- und Brennstoffzellentechnik für mobile Anwendungen. Dazu zählen die Grundlagen zur Thermodynamik und Kinetik, mit denen sie das Prinzip von galvanischen Elementen verstehen und Batterien und Brennstoffzellen beschreiben können. Die Teilnehmenden sind in der Lage, die Messtechnik zur Charakterisierung von Batterien und Brennstoffzellen hinsichtlich der speicherbaren Energie, des Entladeverhaltens, der Leistungsdicht und des Wirkungsgrads zu bewerten. Mit diesen Kenntnissen können elektrochemische Energieumwandlungssysteme für Fahrzeuge ausgelegt werden. Außerdem sind sie imstande, die Verfahrenstechnik von Batterie- und Brennstoffzellensystemen zu beurteilen.

|   |  |
|---|--|
| <b>Studienangebot</b>   | Master Elektromobilität (berufsbegleitend)<br>HfSW Hochschulförderung Südwest  |
| <b>Modulnummer</b>  | 4511   |
| <b>SPO-Version</b>  | 2.0  |
| <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 und virtuelle Präsenz</b>                 | 48 h   |
| <b>Workload geleitetes E-Learning</b>                         | 0 h  |
| <b>Workload Selbststudium</b>                                 | 50 h   |
| <b>Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung</b> | 52 h   |
| <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)<br>b) Labor Batterie- und Brennstoffzellentechnologie (1 ECTS) |
| <b>Lehrende/r</b>   | a) Prof. Dr. Ralf Wörner; Dr. Ludwig Jörissen<br>b) Herr Yannick Wiese, Prof. Dr. Ralf Wörner  |
| <b>Art der Lehrveranstaltung</b>                              | Vorlesung, Übung, Labor  |
| <b>Art und Dauer des Leistungsnachweises/</b>                 | a) Klausur (KL) 120 Min.<br>b) Protokoll (PK), ca. 10 Seiten   |

|   |                       |
|---|-----------------------|
| <b>Voraussetzungen für die Vergabe von ECTS-Punkten</b> |                       |
| <b>Ermittlung der Modulnote</b>                         | 100% KL; PK unbenotet |
| <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

Die Teilnehmenden können die am Markt bestehenden Energiespeicherkonzepte mit Fokus auf batterieelektrische Speicher analysieren, sowie nach einfachen Kriterien klassifizieren. Sie verstehen Trends und Potentiale für zukünftige Anwendungen und können die Nachhaltigkeit der Konzepte kritisch hinterfragen.

Aufbauend auf den Grundkenntnissen in allgemeiner und physikalischer Chemie und den Kenntnissen in Physik und Elektrotechnik besitzen sie ein erweitertes Wissen über elektrochemische Zellen. Die Teilnehmenden verstehen die Funktionsweise und den Aufbau von Brennstoffzellen sowie die Funktionsweise von Batterien. Sie kennen die Einsatzmöglichkeiten von Brennstoffzellen und Batterien und können deren Grenzen im Einsatz und in der Kombination mit/und in anderen Systemen beurteilen. Durch das Wissen zum Betrieb von Brennstoffzellen, können die Teilnehmenden Anforderungen für den Einsatz in verschiedenen Anwendungen selbst definieren sowie im Betrieb auftretende Problemstellungen zum Teil analysieren. Durch das Wissen zum Lade- und Entladeverhalten von Batterien, sind sie in der Lage, die Einsatzmöglichkeiten von Batteriesystemen zu bewerten.

### Überfachliche Kompetenz

Die Teilnehmenden sind in der Lage, sowohl selbstständig als auch im Team realitätsnahe Probleme zu lösen. Dabei können sie für ihre Meinung einstehen und die Ergebnisse zielgruppengerecht präsentieren.

## Literatur

- Korthauer, R.: Handbuch Lithium-Ionen-Batterien, Springer Vieweg, 2013
- Eichseder, 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., Leipzig, 2006.
- D. Linden, T.B. Reddy (Eds.): Handbook of Batteries, 3. Ed., McGraw-Hill: 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 Teilnehmenden beherrschen die Anwendung der jeweils angemessenen Arbeitsmethoden, die sich an der konkreten Aufgabenstellung ausrichten. Sie sind in der Lage, Daten zu interpretieren und zu bewerten. Komplexe Inhalte können sie klar und zielgruppengerecht präsentieren und verteidigen, sowohl mündlich als auch schriftlich. Sie können eigenständig eine wissenschaftliche Arbeit anfertigen, ihr Thema schlüssig vortragen und Fragen kompetent beantworten.

---

|  |   |
|--|---|
| <b>Studienangebot</b>  | Master Elektromobilität (berufsbegleitend)          |
|  | Hochschulföderation SüdWest                         |
| <b>Modulnummer</b>   | 4517  |
| <b>SPO-Version</b>   | 2.0   |
| <b>Modulart</b>  | Pflichtmodul  |
| <b>Modulverantwortlicher</b>   | Prof. Dr.-Ing. Gerd Wittler                         |
| <b>Studiensemester</b>   | 3   |
| <b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>  | Wintersemester                                      |
| <b>Credits</b>   | 5   |
| <b>Workload Präsenz und virtuelle Präsenz</b>  | 0 h   |
| <b>Workload geleitetes E-Learning</b>  | 0 h   |
| <b>Workload Selbststudium</b>  | 130 h   |
| <b>Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung</b>                                  | 20 h  |
| <b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>  | Master Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie |
| <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); ca. 15-25 inhaltliche Seiten    |
| <b>Ermittlung der Modulnote</b>  | 100 % PA  |
| <b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b>  | -   |
| <b>Zertifikatskurs</b>   | nein  |
| <b>Bemerkungen</b>   | -   |

---



## **Lehrinhalte**

Individuell aus dem thematischen Umfeld der Studieninhalte des Masterstudiengangs Elektromobilität.

## **Fachkompetenz**

Die Teilnehmenden sind in der Lage, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Projekt aus der Praxis in einem von ihnen frei gewählten Themengebiet des Studiengangs Elektromobilität selbstständig zu bearbeiten. Sie können eine schriftliche Ausarbeitung nach wissenschaftlichen Grundsätzen erstellen und diese im Rahmen einer Präsentation verteidigen und in einem Kolloquium in einen breiteren fachlichen Zusammenhang einordnen. Sie sind fähig, sich in Aufgabenstellungen des Studiengebiets vertiefend einzuarbeiten, Probleme zu analysieren und Lösungskonzepte zu entwickeln. Sie sind fähig, eine schriftliche Ausarbeitung zu entwerfen, um die Ergebnisse sachgerecht darzustellen. Sie können diese im Rahmen eines Kolloquiums vorstellen und in einen breiteren fachlichen Zusammenhang einordnen. Die Teilnehmenden sind dabei in der Lage, ihr Thema schlüssig vorzutragen und auf Fragen kompetent zu antworten. Die Teilnehmenden können Probleme analysieren und lösen. Sie können gesammelte Daten bewerten und deren Relevanz sowie Plausibilität beurteilen.

## **Überfachliche Kompetenz**

Die Teilnehmenden sind in der Lage, eigenverantwortlich und termingerecht ein Projekt zu bearbeiten, indem sie komplexe Probleme analysieren, strukturieren und lösen können. Sie sind in der Lage, sich selbst zu organisieren und können Kritik annehmen und sich konstruktiv damit auseinandersetzen.

## **Literatur**

Individuelle Literatur entsprechend dem Themengebiet.

# Semester 4

---

## Mastermodul

---

Die Teilnehmenden verstehen die Verbindung zwischen Wissenschaft und Praxis und können unter Verwendung der jeweils angemessenen Methoden innerhalb einer vorgegebenen Frist selbstständig eine Fragestellung aus dem Aufgabengebiet bearbeiten, Daten interpretieren und bewerten und die Ergebnisse sachgerecht darstellen. Sie können komplexe fachbezogene Inhalte präsentieren und verteidigen, sowohl mündlich als auch schriftlich. Sie sind fähig, effiziente Arbeitstechniken zu entwickeln.

|  |  |
|--|--|
| <b>Studienangebot</b>  | Master Elektromobilität (berufsbegleitend)   |
|  | HfSW Hochschulförderung Südwest  |
| <b>Modulnummer</b>   | 4518   |
| <b>SPO-Version</b>   | 2.0  |
| <b>Modulart</b>  | Pflichtmodul   |
| <b>Modulverantwortlicher</b>   | Prof. Dr.-Ing. Gerd Wittler  |
| <b>Studiensemester</b>   | 4  |
| <b>Angebotshäufigkeit/ Dauer des Moduls</b>  | Sommersemester   |
| <b>Credits</b>   | 25   |
| <b>Workload Präsenz und virtuelle Präsenz</b>  | 6 h  |
| <b>Workload geleitetes E-Learning</b>  | 0 h  |
| <b>Workload Selbststudium</b>  | 694 h  |
| <b>Workload Prüfungsvorbereitung und Prüfungsdurchführung</b>                                  | 50 h   |
| <b>Verwendung in anderen Studienangeboten</b>  | Master Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie  |
| <b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>  | Alle anderen Pflichtmodule des Curriculums müssen erfolgreich abgeschlossen sein.  |
| <b>Sprache</b>   | Deutsch oder Englisch  |
| <b>Enthaltene Lehrveranstaltungen</b>  | a) Forschungsmethoden (2 ECTS)<br>b) Masterarbeit (20 ECTS)<br>c) Kolloquium (3 ECTS)  |
| <b>Lehrende/r</b>  | a) Prof. Dr.-Ing. Andreas Häger<br>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), ca. 2-3 Seiten<br>b) Abhandlung (BE), Umfang hängt stark von der Aufgabenstellung und dem Arbeitsprodukt ab, Richtwert ca. 60-100 inhaltliche Seiten<br>c) Referat (RE) und mündliche Prüfung (MP) 30 Min. |
| <b>Ermittlung der Modulnote</b>  | Masterarbeit und Kolloquium entsprechend gewichtet nach ECTS-Verteilung<br>Forschungsmethoden unbenotet (muss bestanden sein)  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung</b> | Der Teilnehmende reicht zusammen mit der Anmeldung eine Kurzfassung (Proposal, Umfang 2-3 Seiten) des Themas ein.  |
| <b>Zertifikatskurs</b>                                  | Nein   |
| <b>Bemerkungen</b>                                      | Die Präsentation von 30 Minuten umfasst zumindest die Problembeschreibung/ Fragestellung der Arbeit, die theoretischen Bezüge, die eingesetzten Methoden sowie die zentralen Ergebnisse. |

### **Lehrinhalte**

Individuell aus dem thematischen Umfeld der Studieninhalte des Masterstudiengangs Elektromobilität.

### **Fachkompetenz**

Die Teilnehmenden sind in der Lage, innerhalb einer vorgegebenen Frist und unter Begleitung des betreuenden Professors eine fachspezifische, anwendungsbezogene Aufgabenstellung selbstständig unter Verwendung wissenschaftlicher Methoden zu bearbeiten. Dabei können sie die im Masterstudium erworbenen Fach- und Methodenkompetenzen anwenden und in fachspezifischen Aufgabenstellungen des Studiengereichs der Elektromobilität herausstellen. Sie sind fähig, eine schriftliche Ausarbeitung zu entwerfen, um die Forschungsergebnisse sachgerecht darzustellen. Sie können diese im Rahmen eines Kolloquiums vorstellen und in einen breiteren fachlichen Zusammenhang einordnen. Die Teilnehmenden sind dabei in der Lage, ihr Thema schlüssig vorzutragen und auf Fragen kompetent zu antworten. Die Teilnehmenden können Probleme analysieren und lösen. Sie können gesammelte Daten bewerten und deren Relevanz sowie Plausibilität beurteilen.

### **Überfachliche Kompetenz**

Die Teilnehmenden sind in der Lage, eigenverantwortlich und termingerecht ein Projekt zu bearbeiten, indem sie komplexe Probleme analysieren, strukturieren und lösen können. Dies erfolgt im Rahmen einer praxisrelevanten Fragestellung. Die Teilnehmenden sind fähig, sich selbstständig zu organisieren, indem sie in angemessener Weise Prioritäten setzen und den Belastungen während des Moduls standhalten. Sie können Kritik annehmen und sich konstruktiv damit auseinandersetzen.

### **Literatur**

Individuelle Literatur entsprechend dem Themengebiet