

**Hinweis:**

**VORLÄUFIGE Fassung gemäß FbR-Beschluss vom 27. April 2022**

# Modulhandbuch

des konsekutiven Master-Studiengangs

# Mechatronik und Automobiltechnik

Master of Science (M.Sc.)

Fachbereich 2: Informatik und Ingenieurwissenschaften - Computer Science and Engineering

## Inhaltsverzeichnis

1. Qualifikationsziele.....	3
2. Empfohlener Studienverlaufsplan.....	5
3. Modul- und Prüfungsübersicht.....	7
4. Modulbeschreibungen.....	9
Modul 1: Batterie- und Brennstoffzellensysteme.....	9
Unit 1.1.: Batterie- und Brennstoffzellensysteme - Vorlesung.....	10
Batterie- und Brennstoffzellensysteme - Vorlesung.....	10
Unit 1.2.: Batterie- und Brennstoffzellensysteme - Labor.....	12
Batterie- und Brennstoffzellensysteme - Labor.....	12
Modul 2: Simulation und Regelung.....	13
Unit 2.1.: Simulation und Regelung – Vorlesung.....	14
Unit 2.2.: Simulation und Regelung – Labor.....	15
Modul 3: Fahrdynamik.....	16
Unit 3.1.: Fahrdynamik – Vorlesung.....	18
Unit 3.2.: Fahrdynamik – Labor.....	20
Modul 4: Alternative Antriebe und Fahrzeugmanagementsysteme.....	21
Unit 4.1.: Alternative Antriebe – Vorlesung.....	23
Unit 4.2.: Fahrzeugmanagementsysteme – Vorlesung.....	25
Modul 5: Wissenschaftliches Projekt.....	26
Unit 5.1.: Wissenschaftliches Projekt.....	27
Modul 6: Intelligente Sensoren und Autonomes Fahren.....	28
Unit 6.1.: Intelligente Sensoren und Autonomes Fahren - Vorlesung.....	29
Unit 6.2.: Intelligente Sensoren und Autonomes Fahren – Projekt.....	30
Modul 7: Embedded Systems und Vernetzung mechatronischer Systeme.....	31
Unit 7.1.: Embedded Systems und Vernetzung mechatronischer Systeme – Vorlesung.....	32
Unit 7.2.: Embedded Systems und Vernetzung mechatronischer Systeme – Labor.....	33
Modul 8: Automobiltechnik/Emissionen.....	34
Unit 8.1.: Emissionen von Verbrennungsmotoren – Vorlesung.....	36
Unit 8.2.: Abgasqualität von Verbrennungsmotoren – Labor.....	38
Modul 9: Noise, Vibration, Harshness.....	39
Unit 9.1.: Noise, Vibration, Harshness – Vorlesung.....	41
Unit 9.2.: Noise, Vibration, Harshness – Labor.....	43
Module 10: Power Electronics and Control Theory.....	44
Unit 10.1.: Power Electronics – Lecture.....	45
Unit 10.2.: Control Theory – Lecture.....	46
Module 11: Electro-Mobility.....	47
Unit 11.1.: Electro-Mobility – Lectures.....	48

## Modul 12: Master-Arbeit mit Kolloquium.....49

### 1. Qualifikationsziele

Der Masterstudiengang "Mechatronik und Automobiltechnik" qualifiziert die Absolventinnen und Absolventen für anspruchsvolle und interdisziplinäre Tätigkeiten zum Thema innovative, sichere und nachhaltige Mobilität. Er vereint klassische maschinenbauliche und mechatronische Disziplinen, um den künftigen Anforderungen gerecht zu werden, die beispielsweise das automatisierte Fahren oder die Energiewende mit sich bringen. Die erworbenen Qualifikationen befähigen ganzheitlich zur Forschung und Entwicklung, sowohl an Hochschulen als auch in der Industrie. Neben Entwicklung, Versuch und Simulation finden sich geeignete Arbeitsfelder z. B. in der Projektleitung, im technischen Vertrieb, im höheren technischen Dienst oder in Verbänden, z. B. als Gutachterin oder Gutachter.

#### Wissensverbreiterung

Aufbauend auf den Kompetenzen eines elektrotechnisch oder maschinenbaulich ausgerichteten Bachelorstudiengangs erwerben die Absolventinnen und Absolventen erweiterte Kenntnisse auf den Gebieten der jeweils anderen Fachrichtung. Absolventinnen und Absolventen des Maschinenbaus qualifizieren sich in der Vernetzung, Regelung und Simulation komplexer mechatronischer Systeme, während Absolventinnen und Absolventen der Elektrotechnik oder Mechatronik Lösungskompetenzen maschinenbaulicher Problemstellungen z. B. in der Fahrdynamik, der Vermeidung unerwünschter Emissionen und Schwingungen oder der Auslegung alternativer Antriebe erwerben.

#### Wissensvertiefung

Die Wissensvertiefung erfolgt in allen Modulen durch anwendungsbezogene Aufgabenstellungen und modulabhängig zusätzlich durch ergänzende Laborversuche in denen erlerntes Wissen, praktische Fähigkeiten, gewonnene Erkenntnisse sowie numerische und experimentelle Entwicklungswerkzeuge geeignet kombiniert werden, um eine langfristige und fundierte Basis zu schaffen.

#### Wissensverständnis

Bei der selbständigen Lösung von automobiltechnischen Aufgabenstellungen wenden die Absolventinnen und Absolventen ihr erworbenes Fachwissen an und sind dabei zu Transferleistungen imstande. Sie sind in der Lage, sich zusätzlich interdisziplinäre Kenntnisse zu beschaffen, Literaturrecherchen durchzuführen sowie Datenbanken und andere Informationsquellen für ihre Arbeit zu nutzen, um komplexe Aufgaben zu bewältigen. Sie sind in der Lage, Anwendungen in der Automobiltechnik zu konzipieren, realisieren und sowohl versuchstechnisch-analytische als auch numerische Methoden zu nutzen.

#### Nutzung und Transfer

Durch die im Studiengang angelegte Kombination aus wissenschaftlicher Tiefe und fachlicher Breite, welche durch die Kombination elektrotechnischer, mechatronischer und fahrzeugtechnischer Module entsteht, sind die Absolventinnen und Absolventen in der Lage, komplexe Aufgabenstellungen zu durchdringen und zu strukturieren.

Sie können arbeitsteilige Problemlösungen organisieren, andere Mitglieder zu Teilaufgaben anleiten und ihren eigenen Beitrag zielstrebig und mit Überblick bearbeiten. Durch den Einblick in die jeweils neue Fachdisziplin und die Bearbeitung interdisziplinärer Aufgaben sind sie insbesondere darauf vorbereitet, tiefer gehende fachliche Expertise anzufordern oder selbst zu erarbeiten und in ihre Aufgaben einzubinden. Damit besitzen sie die im Ingenieursberufsfeld relevanten, systemischen Kompetenzen.

Die Absolventinnen und Absolventen haben Sensibilität für die Denkweise der jeweils anderen Disziplin entwickelt und können dies auf nicht-technische Disziplinen übertragen. Die Absolventinnen und Absolventen verfügen damit sowohl über die interpersonelle Kompetenz des Arbeitens im Team mit Fachleuten der eigenen Disziplin, als auch mit der interdisziplinären Teamarbeit.

#### Wissenschaftliche Innovation

Absolventinnen und Absolventen haben ihre Kompetenzen im Bereich der angewandten Forschung auf Masterniveau erweitert. Sie sind in der Lage, die theoretischen Methoden (Simulation) mit praktischen Aufgaben (Versuchs- und Messtechnik) zu verknüpfen und auf dieser Basis innovative Problemlösungen zu entwickeln, Entscheidungen selbstständig zu treffen und diese wissenschaftlich fundiert zu begründen, insbesondere in der Masterarbeit. Sie sind für den Einstieg in eine wissenschaftliche Karriere, z. B. die Aufnahme eines Promotionsstudiums, qualifiziert.

### Kommunikation und Kooperation

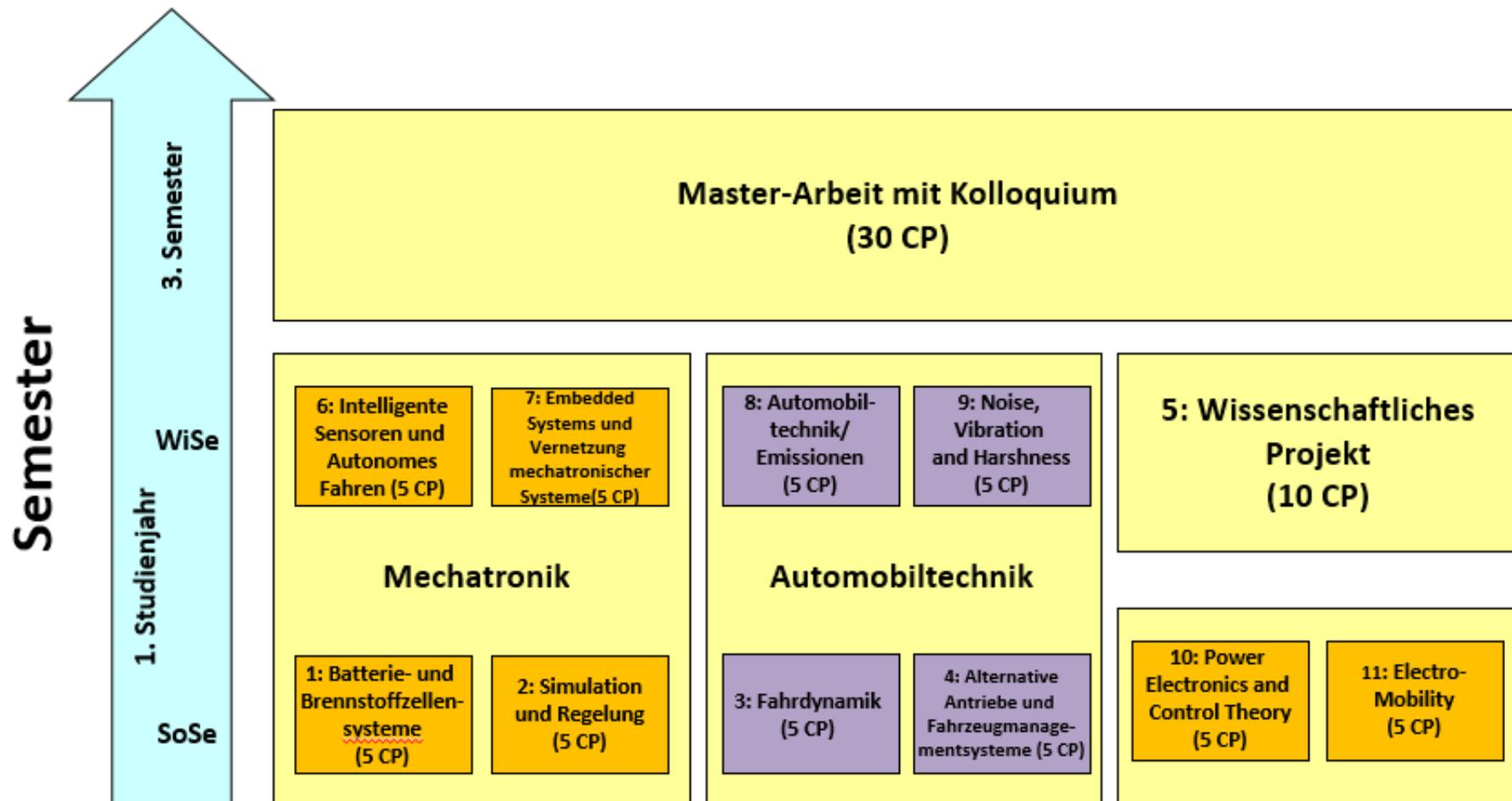
Aufgrund des ausgeprägten Projektanteils verfügen die Absolventinnen und Absolventen über Handlungs-, Methoden- und Sozialkompetenzen in der themenübergreifenden Projektarbeit in gemischten Projektteams. Anhand von Beiträgen in Seminaren, Laboren und Projektarbeiten haben sie Selbstdisziplin und Zielstrebigkeit unter Beweis gestellt. Sie beherrschen Präsentationstechniken und können sich sicher und präzise in der Fachterminologie ausdrücken.

### Wissenschaftliches Selbstverständnis/ Professionalität

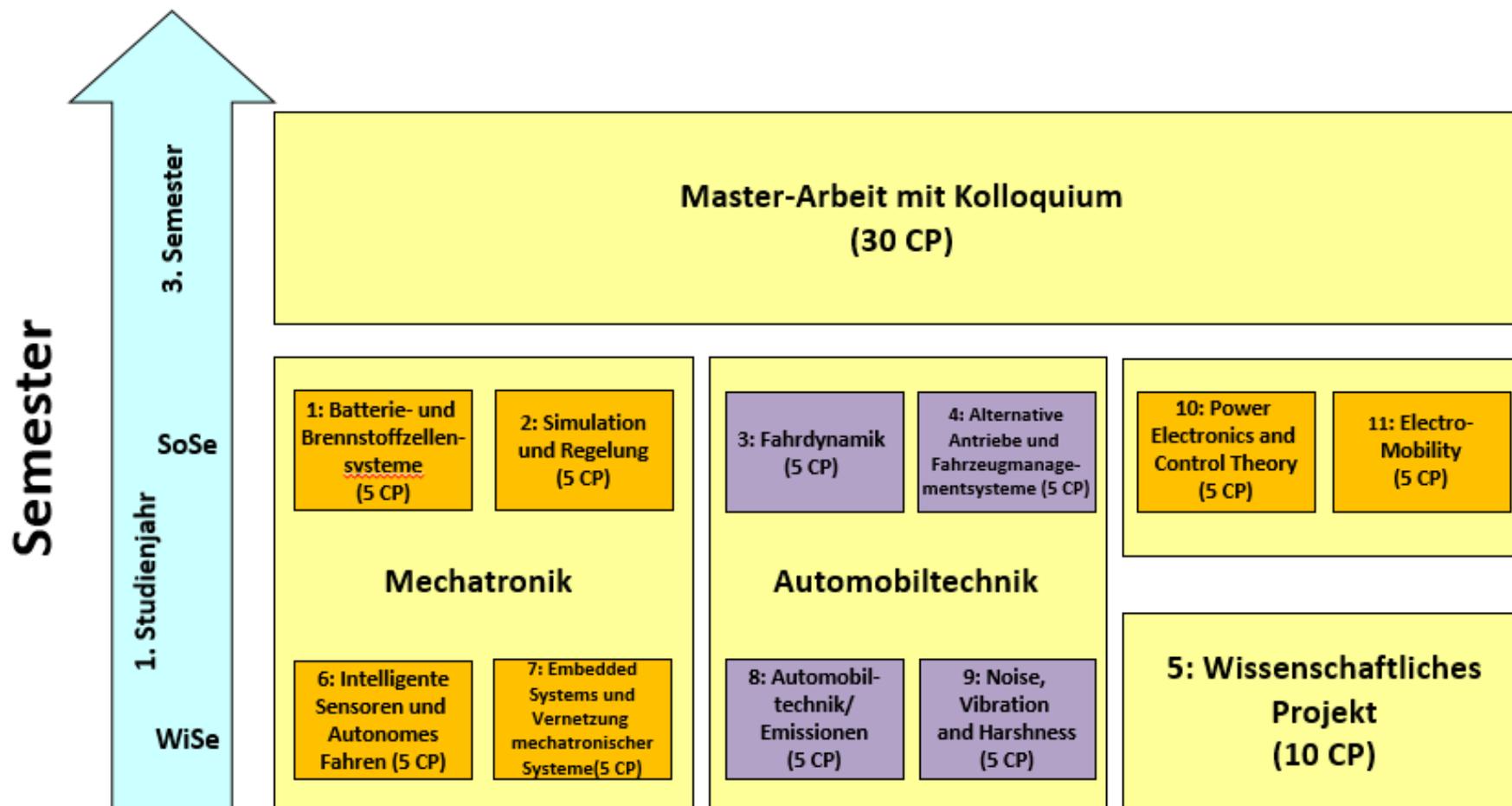
Die Absolventinnen und Absolventen zeichnen sich durch das Alleinstellungsmerkmal aus, die im Zuge der Neuausrichtung der Automobilindustrie erforderliche, interdisziplinäre Verbindung zwischen traditionellem Maschinenbau, Mechatronik und Informatik herstellen zu können. Die Absolventinnen und Absolventen erkennen und reflektieren an sie gestellte fachliche Anforderungen ebenso wie ihre berufliche Verantwortung für Menschen, Gesellschaft und Ökologie.

## 1. Empfohlener Studienverlaufsplan

a) Vollzeitstudium mit Beginn zum Sommersemester



b) Vollzeitstudium mit Beginn zum Wintersemester



## 2. Modul- und Prüfungsübersicht

### a) Vollzeitstudium mit Beginn zum Sommersemester

Nr.	Modultitel	ECTS [CP]	Dauer [Sem.]	Prüfungsform	Sprache	Gewichtung
1. Semester						
1	Batterie- und Brennstoffzellensysteme	5	1	Klausur (90 Minuten), VL	Deutsch	5/90
2	Simulation und Regelung	5	1	Projektarbeit (Bearbeitungszeit 6 Wochen), VL	Deutsch	5/90
3	Fahrdynamik	5	1	Klausur (120 Minuten), VL	Deutsch	5/90
4	Alternative Antriebe und Fahrzeugmanagementsysteme	5	1	Klausur (120 Minuten), VL	Deutsch	5/90
5	Wissenschaftliches Projekt	10	1	Projektarbeit (Bearbeitungszeit 15 Wochen)	Deutsch	10/90
2. Semester						
6	Intelligente Sensoren und Autonomes Fahren	5	1	Projektbericht (Bearbeitungszeit 14 Wochen)	Deutsch	5/90
7	Embedded Systems und Vernetzung mechatronischer Systeme	5	1	Projektarbeit (Bearbeitungszeit 6 Wochen), VL	Deutsch	5/90
8	Automobiltechnik/Emissionen	5	1	Klausur (120 Minuten), VL	Deutsch	5/90
9	Noise, Vibration, Harshness	5	1	Klausur (120 Minuten), VL	Deutsch	5/90
10	Power Electronics and Control Theory	5	1	Written examination (90 minutes)	Englisch	5/90
11	Electro-Mobility	5	1	Written examination (90 Minutes)	Englisch	5/90
3. Semester						
12	Master-Arbeit mit Kolloquium	30	1	Master-Arbeit (Bearbeitungszeit 22 Wochen) mit Kolloquium (mindestens 30, höchstens 60 Minuten)	Deutsch	30/90

**VL: Vorleistung laut Modulbeschreibung**

## b) Vollzeitstudium mit Beginn zum Wintersemester

Nr.	Modultitel	ECTS [CP]	Dauer [Sem.]	Prüfungsform	Sprache	Gewichtung
1. Semester						
6	Intelligente Sensoren und Autonomes Fahren	5	1	Projektbericht (Bearbeitungszeit 14 Wochen)	Deutsch	5/90
7	Embedded Systems und Vernetzung mechatronischer Systeme	5	1	Projektarbeit (Bearbeitungszeit 6 Wochen), VL	Deutsch	5/90
8	Automobiltechnik Emission	5	1	Klausur (120 Minuten), VL	Deutsch	5/90
9	Noise, Vibration, Harshness	5	1	Klausur (120 Minuten), VL	Deutsch	5/90
10	Power Electronics and Control Theory	5	1	Written examination (90 minutes)	Englisch	5/90
11	Electro-Mobility	5	1	Written examination (90 minutes)	Englisch	5/90
2. Semester						
1	Batterie- und Brennstoffzellensysteme	5	1	Klausur (90 Minuten), VL	Deutsch	5/90
2	Simulation und Regelung	5	1	Projektarbeit (Bearbeitungszeit 6 Wochen), VL	Deutsch	5/90
3	Fahrdynamik	5	1	Klausur (120 Minuten), VL	Deutsch	5/90
4	Alternative Antriebe und Fahrzeugmanagementsysteme	5	1	Klausur (120 Minuten), VL	Deutsch	5/90
5	Wissenschaftliches Projekt	10	1	Projektarbeit (Bearbeitungszeit 15 Wochen)	Deutsch	10/90
3. Semester						
12	Master-Arbeit mit Kolloquium	30	1	Master-Arbeit (Bearbeitungszeit 22 Wochen) mit Kolloquium (mindestens 30, höchstens 60 Minuten)	Deutsch	30/90

VL: Vorleistung laut Modulbeschreibung

### 3. Modulbeschreibungen

#### Modul 1: Batterie- und Brennstoffzellensysteme

Modultitel	Batterie- und Brennstoffzellensysteme
Modulnummer	1
Modulcode	
Studiengang	Mechatronik und Automobiltechnik (M.Sc.)
Verwendbarkeit des Moduls	Ingenieurwissenschaftliche Masterstudiengänge
Dauer des Moduls	Ein Semester
Empfohlenes Semester im Studienverlauf	1. oder 2. Semester
Art des Moduls	Pflichtmodul
ECTS-Punkte (CP) / Workload (h)	5 CP / 150 Stunden
Empfohlene inhaltliche Vorkenntnisse	Empfohlene Voraussetzungen: - Grundlagen der Elektrotechnik - Physikalische/Chemische Grundlagen (Thermodynamik, Redoxreaktionen)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul und an der Modulprüfung	Keine
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten: a. Vorleistung b. Modulprüfung	a. Versuche im Labor mit schriftlicher Ausarbeitung und Präsentation (mindestens 10, höchstens 15 Minuten), Gesamtaufwand 45 Stunden b. Klausur (90 Minuten)
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, - die wesentlichen Komponenten von Batterie- und Brennstoffzellensystemen zu benennen und deren Funktionsweise zu erläutern; - die Einsatzmöglichkeiten verschiedener Systeme der (elektrischen) Energiespeicherung zu vergleichen und gegeneinander abzuwägen; - Energiebilanzen für Batterie- und Brennstoffzellen aufzustellen; - die grundsätzlichen Vor- und Nachteile unterschiedlicher Systeme zu reflektieren, insbesondere unter der Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten; - erlernte Methoden und Konzepte in Laborversuchen anzuwenden; - Versuchsergebnisse schriftlich darzustellen und mündlich zu präsentieren.
Inhalte des Moduls	Batterie- und Brennstoffzellensysteme – Vorlesung Batterie- und Brennstoffzellensysteme – Labor
Lehrformen des Moduls	Vorlesung, Labor
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Jedes Sommersemester
Modulkoordination	Prof. Dr.-Ing. Enno Wagner
Hinweise	Keine

## Unit 1.1.: Batterie- und Brennstoffzellensysteme – Vorlesung

Name der Unit	Batterie- und Brennstoffzellensysteme – Vorlesung
Code	
Name des Moduls	Batterie- und Brennstoffzellensysteme
Inhalte der Unit	<p>Lehrinhalte, Schwerpunkte der Veranstaltung</p> <p>Batterie- und Brennstoffzellensysteme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau und Definition von Komponenten und Systemen</li> <li>- Zusammenfassende Wirkungsgradbetrachtung und Vergleich mit Stand der Technik/ Verbrennungskraftmaschinen</li> <li>- Aktuelle technische Herausforderungen</li> <li>- Wie funktionieren Batteriesysteme: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Batterietechnik (Wie funktioniert eine Batteriezelle, was sind die wichtigsten Batteriechemien und welche Vor- und Nachteile haben sie, welche Komponenten gehören zu einer Batterie und was sind ihre Aufgaben)</li> <li>o Lebenszyklusbetrachtung</li> </ul> </li> <li>- Wie funktionieren Brennstoffzellsysteme: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Brennstoffzellentechnik (wie funktionieren Brennstoff-/Elektrolysezellen, was sind die wichtigsten Brennstoffzellentypen und welche Vor- und Nachteile haben sie, welche Komponenten gehören zu einer Brennstoffzelle und was sind ihre Aufgaben)</li> <li>o Lebenszyklusbetrachtung</li> </ul> </li> <li>- Vergleichende Nachhaltigkeitsbetrachtung, Bedeutung für die Ziele der Energiewende</li> </ul>
Lehrformen der Unit	Vorlesung
SWS der Unit	3 SWS
Workload (h) der Unit	105h
Anteil der Präsenzzeit (h)	45h
Anteil Prüfungszeit inkl. Vorbereitung (h)	30h
Anteil Selbststudium (h)	30h
Anteil Praxiszeit (h)	0h
Sprache der Unit	Deutsch
Lehrende/-r	Prof. Dr.-Ing. Enno Wagner, Prof. Dr.-Ing. Boris Schilder
Basis – Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peter Kurzweil, Brennstoffzellentechnik, Springer Vieweg, 2016</li> <li>- Johannes Töpler, Wasserstoff und Brennstoffzelle, Springer Vieweg, 2017</li> <li>- Reiner Korthauer, Handbuch Lithium-Ionen-Batterien, Springer Vieweg, 2013</li> <li>- Helmut Tschöke, Die Elektrifizierung des Antriebsstrangs, Springer Vieweg, 2013</li> </ul>
Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	Keine

Hinweise zur Unit	Keine
-------------------	-------

## Unit 1.2.: Batterie- und Brennstoffzellensysteme – Labor

Name der Unit	Batterie- und Brennstoffzellensysteme – Labor
Code	Fb interne Belegnummer oder Code
Name des Moduls	Batterie- und Brennstoffzellensysteme
Inhalte der Unit	<p>Durchführung von grundlagenorientierten sowie anwendungsbezogenen Laborversuchen zur Vertiefung der Vorlesungsinhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Laden und Entladen von Batterien (Akkumulatoren) mit elektronisch geregelten Spannungsquellen und Lasten</li> <li>- Aufnahme von Lastkennlinien (Strom-Spannungs-Kennlinien) zur Charakterisierung von Batterien und Brennstoffzellen</li> <li>- Untersuchungen von Elektrolyse- und Brennstoffzellen mit Temperatur und Druckeinfluss, sowie Bestimmung der Faraday-Konstante</li> <li>- Anwendung der Impedanz-Spektroskopie zur Bestimmung des Innenwiderstandes von elektrochemischen Zellen</li> <li>- Herstellung von Wasserstoff mittels Druckelektrolyse zur Befüllung von Druckspeichern</li> <li>- System-Untersuchungen an einem Lastenfahrzeug mit Brennstoffzelle</li> <li>- Laden und Entladen von Batterien in einer Klimakammer unter Annahme verschiedener Fahrzyklen eines Elektrofahrzeugs</li> <li>- Bestimmung des Wirkungsgrads der Batterie in Abhängigkeit von Fahrzyklus und Batterietemperatur</li> </ul>
Lehrformen der Unit	Labor
SWS der Unit	1 SWS
Workload (h) der Unit	45h
Anteil der Präsenzzeit (h)	15h
Anteil Prüfungszeit inkl. Vorbereitung (h)	15h
Anteil Selbststudium (h)	15h
Anteil Praxiszeit (h)	0h
Sprache der Unit	Deutsch
Lehrende/-r	Prof. Dr.-Ing. Enno Wagner, Prof. Dr.-Ing. Boris Schilder
Basis – Literatur	Siehe Unit 1.1
Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Versuche im Labor mit schriftlicher Ausarbeitung und Präsentation (mindestens 10, höchstens 15 Minuten), Gesamtaufwand 45 Stunden
Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	bestanden/nicht bestanden
Hinweise zur Unit	Keine

## Modul 2: Simulation und Regelung

Modultitel	Simulation und Regelung
Modulnummer	2
Modulcode	
Studiengang	Mechatronik und Automobiltechnik (M.Sc.)
Verwendbarkeit des Moduls	Mechatronik und Robotik (M.Sc.)
Dauer des Moduls	Ein Semester
Empfohlenes Semester im Studienverlauf	1. oder 2. Semester
Art des Moduls	Pflichtmodul
ECTS-Punkte (CP) / Workload (h)	5 CP / 150 Stunden
Empfohlene inhaltliche Vorkenntnisse	Keine
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul und an der Modulprüfung	Keine
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten:	a. Versuche im Labor mit schriftlicher Ausarbeitung und Präsentation (min. 10, max. 15 Minuten), Gesamtaufwand 15 Stunden
a. Vorleistung	b. Projektarbeit (Bearbeitungszeit 6 Wochen)
b. Modulprüfung	
Lernergebnisse und Kompetenzen	<p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- moderne Entwicklungsmethoden zur Entwicklung von Regelsystemen für mechatronische Applikationen zu benennen, erläutern und anzuwenden,</li> <li>- Methoden wie "Rapid Control Prototyping" und "Hardware-in-the-Loop" anzuwenden,</li> <li>- die gängigen Regelkonzepte für mechatronische Aktoren, wie z.B. DC-Servomotoren darzulegen,</li> <li>- komplexe mechatronische Systeme zu beschreiben und zu analysieren,</li> <li>- in integrierten Projektteams zu arbeiten,</li> <li>- Projektergebnisse kritisch zu hinterfragen,</li> <li>- Folgen und Konsequenzen ihrer Ingenieurarbeit abzuschätzen, und</li> <li>- wissenschaftliche Laborberichte zu verfassen und die Ergebnisse zu präsentieren und diskutieren.</li> </ul>
Inhalte des Moduls	Simulation und Regelung – Vorlesung Simulation und Regelung – Labor
Lehrformen des Moduls	Vorlesung, Labor, Projekt
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Jedes Sommersemester
Modulkoordination	Prof. Dr. Karsten Schmidt
Hinweise	Keine

## Unit 2.1.: Simulation und Regelung – Vorlesung

Name der Unit	Simulation und Regelung – Vorlesung
Code	
Name des Moduls	Simulation und Regelung
Inhalte der Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wiederholung der mathematischen Grundlagen der Regelungs- und Simulationstechnik, (z.B. Laplacetransformation, Matrizenrechnung, numerische Lösung von Differentialgleichungen)</li> <li>- Simulation typischer mechatronischer Systeme mit dem Lagrangeansatz</li> <li>- Identifikation von Regelstrecken</li> <li>- Reglerentwicklung für einschleifige Regelkreise</li> <li>- Zustandsraumdarstellung, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit</li> <li>- Berechnung von Zustandsreglern mittels Polzuweisung</li> <li>- Beobachterkonzept nach Luenberger</li> <li>- Optimale Regelung</li> </ul>
Lehrformen der Unit	Vorlesung
SWS der Unit	3 SWS
Workload (h) der Unit	90h
Anteil der Präsenzzeit (h)	45h
Anteil Prüfungszeit inkl. Vorbereitung (h)	15h
Anteil Selbststudium (h)	30h
Anteil Praxiszeit (h)	0h
Sprache der Unit	Deutsch
Lehrende/-r	Prof. Dr. Karsten Schmidt
Basis – Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- R. C. Dorf und R. H. Bishop: Modern Control Systems, 2016</li> <li>- J. Lunze: Regelungstechnik 1 und 2, 2016</li> <li>- W. D. Pietruszka: MATLAB in der Ingenieurpraxis, 2014</li> </ul>
Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Hinweise zur Unit	Keine

## Unit 2.2.: Simulation und Regelung – Labor

Name der Unit	Simulation und Regelung – Labor
Code	
Name des Moduls	Simulation und Regelung
Inhalte der Unit	<p>Die Inhalte der Vorlesung (Unit 1) werden mit Laborversuchen zu den Themen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellierung mechatronischer Systeme und Aufbau von Blockschaltbildern mit dem Programmpaket Matlab/Simulink</li> <li>- Einbindung von Hardware in Matlab/Simulink</li> <li>- Identifikation unbekannter Strecken</li> <li>- Entwicklung einschleifiger Regelkreise mit der Control Systems Toolbox</li> <li>- Zustandsraumdarstellung und Auslegung von Zustandsreglern</li> <li>- Beobachterprinzip</li> <li>- Optimale Regelung</li> </ul> <p>vertieft.</p>
Lehrformen der Unit	Labor
SWS der Unit	2 SWS
Workload (h) der Unit	60h
Anteil der Präsenzzeit (h)	30h
Anteil Prüfungszeit inkl. Vorbereitung (h)	15h
Anteil Selbststudium (h)	15h
Anteil Praxiszeit (h)	0h
Sprache der Unit	Deutsch
Lehrende/-r	Prof. Dr. Karsten Schmidt
Basis – Literatur	siehe Unit 1
Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Versuche im Labor mit schriftlicher Ausarbeitung und Präsentation (min. 10, max. 15 Minuten), Gesamtaufwand 15 Stunden
Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	bestanden/nicht bestanden
Hinweise zur Unit	Keine

### Modul 3: Fahrdynamik

Modultitel	Fahrdynamik
Modulnummer	3
Modulcode	
Studiengang	Mechatronik und Automobiltechnik (M.Sc.)
Verwendbarkeit des Moduls	Allgemeiner Maschinenbau (M.Eng.)
Dauer des Moduls	Ein Semester
Empfohlenes Semester im Studienverlauf	1. oder 2. Semester
Art des Moduls	Pflichtmodul
ECTS-Punkte (CP) / Workload (h)	5 CP / 150 Stunden
Empfohlene inhaltliche Vorkenntnisse	Keine
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul und an der Modulprüfung	Keine
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten: a. Vorleistung b. Modulprüfung	a. Schriftliche Ausarbeitung zu jedem Versuch und Präsentation (mindestens 10, höchstens 20 Minuten), Gesamtaufwand 8 Stunden b. Klausur (120 Minuten)
Lernergebnisse und Kompetenzen	<p><u>Fahrdynamik</u> Die Studierenden kennen die Bestandteile des Fahrwerks und sind in der Lage, die Aufgaben und Funktionen der Bremsen und Radaufhängung zu beschreiben und zu erklären. Sie können Bremsanlagen von Kraftfahrzeugen nach gesetzlichen Bestimmungen und hinsichtlich ihrer fachlichen Anforderungen zusammenstellen und auslegen. Sie wissen, durch welche Maßnahmen sich das Eigenlenkverhalten der Fahrzeuge beeinflussen lässt und definieren mögliche Änderungen an den Einzelkomponenten, um gewünschte querdynamische Eigenschaften zu erzielen. Sie sind in der Lage, verschiedene Konzepte gegenüberzustellen und kritisch zu vergleichen. An ausgewählten Beispielen lernen die Studierenden, Berechnungen zur Fahrdynamik selbständig durchzuführen und den Einfluss von Parametervariationen auf das Ergebnis zu interpretieren.</p> <p><u>Labor Fahrdynamik und Abgasmessung</u> Die Studierenden kennen wichtige kraftfahrzeugtechnische Messtechnik für den stationären und mobilen Fahrzeugeinsatz (Messaufnahme, Messdatenverarbeitung, Abgas-Messung) und können die Funktion der Messelemente bzw. des Prüfstandes beschreiben und erklären. Fachmethodik: Zur Durchführung eigener Fahrversuche auf einem Freigelände wissen sie, welche Messsensoren abhängig von der Messaufgabe zu verwenden sind, planen Versuchsprogramme, führen selbständig Messungen durch und analysieren die gewonnenen Messdaten. Sie leiten typische fahrdynamische Ergebnisse ab, erfassen Beanspruchungen von Radaufhängungen, stellen sie fachgerecht dar und bewerten diese kritisch. Die Studierenden erzeugen für Messungen auf dem Abgas-Rollenprüfstand eigene Fahrzyklen und vergleichen diese mit den gesetzlich vorgeschriebenen. Sie benennen wichtige Schadstoffe, können die Schadstoffentstehung beschreiben und kennen deren Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Sie untersuchen, welche Fahrzeugparameter Einfluss auf die entstehenden Schadstoffkonzentrationen haben. Eine kritische Analyse der Messergebnisse führt zur selbständigen Ableitung von fahrzeugtechnischen</p>

	(nicht motorischen) Maßnahmen zur Reduzierung des Schadstoffausstoßes. In einem Kolloquium stellen die Studierenden ihre Ergebnisse vor und nehmen Stellung zu ihren Schlussfolgerungen.
Inhalte des Moduls	Fahrdynamik – Vorlesung Fahrdynamik und Abgasmessung – Labor
Lehrformen des Moduls	Vorlesung, Labor
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Jedes Sommersemester
Modulkoordination	Prof. Dipl.-Ing. Holger Marschner
Hinweise	Keine

**Unit 3.1.: Fahrdynamik – Vorlesung**

Name der Unit	Fahrdynamik – Vorlesung
Code	
Name des Moduls	Fahrdynamik
Inhalte der Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anforderungen und Funktionen der Bremsausrüstung</li> <li>- Kraft-, Leistungs- und Energiebetrachtungen</li> <li>- Arten &amp; Bestandteile der Bremsanlagen</li> <li>- Gesetzliche Anforderungen</li> <li>- Bremsvorgang, Brems- &amp; Anhalteweg</li> <li>- Betätigung hydraulischer Bremsanlagen</li> <li>- Energieversorgung, Bremskraftverstärkung</li> <li>- THZ, Bremskreisaufteilung, hydraulische Übertragung</li> <li>- Bremsenbauarten, Trommel, Scheibe, etc.</li> <li>- Innere &amp; äußere Übersetzung, <math>c^*</math></li> <li>- Abbremsung, dynamische Radlastverlagerung</li> <li>- Bremskraftverteilung und Kraftschlussbeanspruchung</li> <li>- Auswirkungen auf Fahrstabilität und Lenkfähigkeit.</li> <li>- Einspur- vs. Zweispurfahrzeuge</li> <li>- Einführung in die Kurvenhaltung, Testverfahren.</li> <li>- Fahrzeugtechnische Grundlagen zur Kurvenfahrt</li> <li>- Reifeneigenschaften: Seitenkraft, Schräglaufwinkel, etc.</li> <li>- Elektronische Bremskraft- und Fahrdynamikregelsysteme</li> <li>- Lenkungssysteme und Lenkungsauslegung</li> <li>- Radaufhängungen, Achskinematik, Elastokinematik</li> <li>- Eigenlenkverhalten, Übersteuern / Untersteuern</li> <li>- Maßnahmen zur Beeinflussung, des Eigenlenkverhaltens</li> </ul>
Lehrformen der Unit	Vorlesung
SWS der Unit	4 SWS
Workload (h) der Unit	120h
Anteil der Präsenzzeit (h)	60h
Anteil Prüfungszeit inkl. Vorbereitung (h)	30h
Anteil Selbststudium (h)	30h
Anteil Praxiszeit (h)	0h
Sprache der Unit	Deutsch
Lehrende/-r	Prof. Dipl.-Ing. Holger Marschner
Basis – Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mitschke/Wallentowitz: Dynamik der Kraftfahrzeuge, Springer, Berlin, Heidelberg</li> <li>- Braess/Seiffert (Hrsg.): Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, Springer Vieweg Wiesbaden</li> <li>- Heißing/Ersoy/Gies/Seiffert (Hrsg.): Vieweg Handbuch Fahrwerktechnik, Springer Vieweg Wiesbaden</li> <li>- Breuer/Bill (Hrsg.): Bremsenhandbuch, Springer Vieweg Wiesbaden</li> <li>- Wiesbaden</li> </ul>
Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Keine

Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Hinweise zur Unit	Keine

### Unit 3.2.: Fahrdynamik – Labor

Name der Unit	Fahrdynamik – Labor
Code	
Name des Moduls	Fahrdynamik
Inhalte der Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorstellung und Erläuterung der verwendeten Fahrzeugmesstechnik;</li> <li>- Bremsversuche, Bestimmung des Brems- und Anhaltewegs sowie der Verlust- und Ansprechzeiten der Bremse, Verbrauchsmessungen bei Konstantfahrt und beschleunigter Fahrt;</li> <li>- Außengeräuschmessungen: Subjektive Geräuschwahrnehmung einer und mehrerer Schallquellen, beschleunigte Vorbeifahrt, Standgeräusch;</li> <li>- Eigenlenkverhalten eines Pkw: Messtechnische Erfassung des grundsätzlichen Fahrverhaltens; Einfluss des Stabilisators und weiterer Größen auf das Eigenlenkverhalten;</li> <li>- Erstellung eines Fahrzyklusses für Abgasmessungen auf dem Abgas-Rollenprüfstand bzw. im realen Betrieb;</li> <li>- Präsentationstechniken schriftlich und mündlich, Antwort auf ein „Call for Papers“, Einreichen eines Papers, Halten einer mündlichen Präsentation.</li> </ul>
Lehrformen der Unit	Labor
SWS der Unit	1 SWS
Workload (h) der Unit	30h
Anteil der Präsenzzeit (h)	15h
Anteil Prüfungszeit inkl. Vorbereitung (h)	7h
Anteil Selbststudium (h)	8h
Anteil Praxiszeit (h)	0h
Sprache der Unit	Deutsch
Lehrende/-r	Prof. Dipl.-Ing. Holger Marschner, Dipl.-Ing. (FH) Bernd Mohn, M. Edu.
Basis – Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mitschke/Wallentowitz: Dynamik der Kraftfahrzeuge, Springer, Berlin, Heidelberg</li> <li>- Braess/Seiffert (Hrsg.): Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, Springer Vieweg Wiesbaden</li> <li>- Heißing/Ersoy/Gies/Seiffert (Hrsg.): Vieweg Handbuch Fahrwerktechnik, Springer Vieweg Wiesbaden</li> <li>- Breuer/Bill (Hrsg.): Bremsenhandbuch, Springer Vieweg Wiesbaden</li> <li>- Wiesbaden</li> </ul>
Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Schriftliche Ausarbeitung zu jedem Versuch und Präsentation (min. 10, max. 20 Minuten), Gesamtaufwand 8 Stunden
Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	bestanden/nicht bestanden
Hinweise zur Unit	Keine

## Modul 4: Alternative Antriebe und Fahrzeugmanagementsysteme

Modultitel	Alternative Antriebe und Fahrzeugmanagementsysteme
Modulnummer	4
Modulcode	
Studiengang	Mechatronik und Automobiltechnik (M.Sc.)
Verwendbarkeit des Moduls	Allgemeiner Maschinenbau (M.Eng.)
Dauer des Moduls	Ein Semester
Empfohlenes Semester im Studienverlauf	1. oder 2. Semester
Art des Moduls	Pflichtmodul
ECTS-Punkte (CP) / Workload (h)	5 CP / 150 Stunden
Empfohlene inhaltliche Vorkenntnisse	Kenntnisse auf den Gebieten Thermodynamik, Verbrennungsmotoren
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul und an der Modulprüfung	Keine
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten:	a. Präsentation (mindestens 10, höchstens 20 Minuten), Gesamtaufwand 30 Stunden
a. Vorleistung	
b. Modulprüfung	b. Klausur (120 Minuten)
Lernergebnisse und Kompetenzen	<p><u>Alternative Antriebe:</u> Die Studierenden können den Betrieb von Verbrennungsmotoren mit alternativen Kraftstoffen bezüglich des innermotorischen Arbeitsverfahrens bewerten und geeignete Einspritz- und Verbrennungssysteme ableiten. Sie übertragen die Grundlagen der Thermodynamik und können alternative Kraftstoffe und Antriebsmaschinen energetisch analysieren und beurteilen. Weiterhin sind sie in der Lage, mögliche Folgen für die Umwelt und die Gesellschaft abzuschätzen und einzuordnen. Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen kennen alternative Antriebskonzepte. Über die Integration der Grundlagen der Kraftfahrzeugtechnik und der Verbrennungsmotoren strukturieren und evaluieren sie die Vorteile, aber auch die Nachteile und Grenzen des konventionellen Antriebs im Fahrzeug. Sie können die verschiedenen Antriebskonzepte hinsichtlich ihrer Eignung im Kfz analysieren und bewerten. Durch die Synthese der thermodynamischen und kraftfahrzeugtechnischen Bewertungen können die Studierenden das Potential und die Zukunftsträchtigkeit der alternativen Antriebskonzepte beurteilen. Durch eine Präsentation, die einen Teilaspekt auf dem Gebiet der alternativen Antriebskonzepte (z.B. Brennstoffzelle, Batterietechnik, Fahrzeugsicherheit, gesetzliche Vorschriften) zum Inhalt hat, vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse, stärken ihre Befähigung zur projektorientierten Teamarbeit und verbessern durch das Vortragen klar strukturierter Inhalte ihre Präsentationstechniken.</p> <p><u>Fahrzeugmanagementsysteme:</u> Die Studierenden kennen und bewerten Fahrzeugmanagementsysteme, welche die Sicherheit, die Wirtschaftlichkeit, die Abgasqualität und den Fahrkomfort von Kraftfahrzeugen optimieren. Die Studierenden kennen die elektronischen Subsysteme, die Sensorik, die Aktorik, die Signalverarbeitung und die Datenübertragung im Kfz. Sie leiten die Vor-</p>

	und Nachteile der Systeme ab und sind in der Lage, die Einsatzmöglichkeiten und Einsatzgrenzen zu analysieren und zu beurteilen.
Inhalte des Moduls	Alternative Antriebe – Vorlesung Fahrzeugmanagementsysteme – Vorlesung
Lehrformen des Moduls	Vorlesung
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Jedes Sommersemester
Modulkoordination	Prof. Dr. Ullrich-Peter Thiesen
Hinweise	Keine

## Unit 4.1.: Alternative Antriebe – Vorlesung

Name der Unit	Alternative Antriebe – Vorlesung
Code	
Name des Moduls	Alternative Antriebe und Fahrzeugmanagementsysteme
Inhalte der Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen des Antriebs von Kraftfahrzeugen: Fahrwiderstände und erforderliche Radleistung, Ableitung der idealen Lieferkennlinie eines Motors zum Antrieb von Kraftfahrzeugen, konstruktiver Aufbau von Kennungswandlern und deren Anpassung an das Fahrzeug.</li> <li>- Berechnungsbeispiele zur Verdeutlichung des Einflusses der Fahrzeugdaten auf die Fahrleistungen (Steigungs- und Beschleunigungsfähigkeit, Höchstgeschwindigkeit).</li> <li>- Thermodynamische Analyse alternativer Antriebsmaschinen, wie z.B. Gasturbine und Sterlingmotor anhand von Berechnungsbeispielen, Grundsätze und Grenzen bei der Umwandlung von Wärme in Nutzarbeit (Carnot-Faktor).</li> <li>- Vorstellung und wissenschaftliche Beurteilung derzeitiger und zukünftiger alternativer Fahrzeug- Gesamtkonzepte (Hybrid, Brennstoffzelle, Batteriebetrieb etc.) in Bezug auf Gesamtenergiebilanz und Ressourcenverbrauch.</li> <li>- Funktion und Aufbau der einzelnen Antriebskomponenten von reinen Elektrofahrzeugen und Hybridfahrzeugen (z.B. Getriebe, Batterie, Leistungselektronik, Motor, Thermomanagement, Brennstoffzelle).</li> <li>- Energieversorgung und Speicherung bei Fahrzeugen mit alternativen Antrieben (z.B. Wasserstoffbetankung/Speicherung, Ladevorgang/Batteriewechsel bei Batterieelektrischen-Fahrzeugen)</li> <li>- Herausforderung Kabinenkomfort bei Elektrofahrzeugen (z.B. Einfluss auf Reichweite, Nutzung von Komponentenabwärme, Strahlungswärme, Wärmepumpe)</li> <li>- Alternative Kraftstoffe: Übersicht über die chemischen und physikalischen Eigenschaften und deren Auswirkungen auf das verbrennungsmotorische Arbeitsverfahren.</li> <li>- Zündung und Verbrennung von alternativen Kraftstoffen in Verbrennungsmotoren. Beispiele für geeignete Einspritz- und Verbrennungssysteme.</li> <li>- Präsentationstechniken</li> </ul>
Lehrformen der Unit	Vorlesung
SWS der Unit	4 SWS
Workload (h) der Unit	100h
Anteil der Präsenzzeit (h)	60h
Anteil Prüfungszeit inkl. Vorbereitung (h)	20h
Anteil Selbststudium (h)	20h
Anteil Praxiszeit (h)	0h
Sprache der Unit	Deutsch
Lehrende/-r	Prof. Dr. Ullrich-Peter Thiesen, Prof. Dr. Boris Schilder, Dipl.-Ing. (FH) Ingo Behr, M. Edu.

Basis – Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ATZ Automobiltechnische Zeitschrift und MTZ Motortechnische Zeitschrift, Friedrich Vieweg &amp; Sohn Verlagsgesellschaft</li> <li>- R. Bosch GmbH, Kraftfahrzeugtechnisches Taschenbuch, VDI-Verlag GmbH</li> <li>- Baehr, H.D.; Kabelec, St., Thermodynamik, Springer Verlag</li> <li>- Polifke, W.; Kopitz, J., Wärmeübertragung, Pearson Verlag</li> <li>- Urlaub, A., Verbrennungsmotoren Band 2, Springer Verlag</li> <li>- Geller, W., Thermodynamik für Maschinenbauer, Springer Verlag</li> <li>- Basshuysen, R; Schäfer, F., Handbuch Verbrennungsmotor, Vieweg Verlag</li> </ul>
Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Präsentation (min. 10, max. 20 Minuten), Gesamtaufwand 30 Stunden
Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	bestanden/nicht bestanden
Hinweise zur Unit	Keine

## Unit 4.2.: Fahrzeugmanagementsysteme – Vorlesung

Name der Unit	Fahrzeugmanagementsysteme – Vorlesung
Code	
Name des Moduls	Alternative Antriebe und Fahrzeugmanagementsysteme
Inhalte der Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fahrzeugmanagementsysteme zur Erhöhung der Fahrsicherheit und des Fahrkomforts sowie Motor- und Getriebemanagementsysteme zur Leistungs-, Kraftstoffverbrauchs- und Abgasemissionsoptimierung.</li> <li>- Derzeitige Energieerzeugung und Verbraucher im Bordnetz eines Pkw; zukünftige Entwicklungen.</li> <li>- Aktuatoren (Stromventile, Elektromagnete, Elektromotoren).</li> <li>- Aktuelle und zukünftige Diagnosesysteme bei Kraftfahrzeugen, wie z.B. Sensordiagnose, OBD.</li> <li>- Verknüpfung sowohl der unterschiedlichen Systeme untereinander als auch deren Einzelkomponenten über Datenverarbeitungs- und Datenübertragungssysteme (CAN-Bus und CAN-Protokoll).</li> <li>- Softwareorganisation bei Echtzeitsystemen.</li> <li>- Unterteilung und Beispiele von Fahrerassistenzsystemen am Drei-Ebenen-Modell der Fahrzeugführung nach Donges</li> <li>- Definitionen und rechtliche Aspekte des automatisierten und autonomen Fahrens, Wiener Übereinkommen über den Straßenverkehr von 1968</li> <li>- Längsdynamik- und Fahrdynamikregelsysteme für Zwei- und Einspurfahrzeuge</li> <li>- Historie und aktuelle Entwicklung, Ausblick auf zukünftige Entwicklungen des hoch- und vollautomatisierten Fahrens.</li> </ul>
Lehrformen der Unit	Vorlesung
SWS der Unit	2 SWS
Workload (h) der Unit	50h
Anteil der Präsenzzeit (h)	25h
Anteil Prüfungszeit inkl. Vorbereitung (h)	15h
Anteil Selbststudium (h)	10h
Anteil Praxiszeit (h)	0h
Sprache der Unit	Deutsch
Lehrende/-r	Prof. Dipl.-Ing. Holger Marschner, Prof. Dr. Ullrich-Peter Thiesen
Basis – Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MTZ- Motortechnische Zeitschrift</li> <li>- ATZ- Automobiltechnische Zeitschrift</li> <li>- Friedrich Vieweg &amp; Sohn Verlagsgesellschaft</li> <li>- Winner/Hakuli/Wolf (Hrsg.): Handbuch Fahrerassistenzsysteme,</li> <li>- Vieweg Teubner, Wiesbaden</li> <li>- Maurer/Gerdes/Lenz/Winner: Autonomes Fahren</li> </ul>
Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Hinweise zur Unit	Keine

## Modul 5: Wissenschaftliches Projekt

Modultitel	Wissenschaftliches Projekt
Modulnummer	5
Modulcode	
Studiengang	Mechatronik und Automobiltechnik (M.Sc.)
Verwendbarkeit des Moduls	
Dauer des Moduls	Ein Semester
Empfohlenes Semester im Studienverlauf	1. oder 2. Semester
Art des Moduls	Pflichtmodul
ECTS-Punkte (CP) / Workload (h)	10 CP / 300 Stunden
Empfohlene inhaltliche Vorkenntnisse	Keine
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul und an der Modulprüfung	Keine
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten: a. Vorleistung b. Modulprüfung	a. Keine b. Projektarbeit (Bearbeitungszeit 15 Wochen)
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>- technisch-wissenschaftliche Problemstellungen eigenständig und eigenverantwortlich durch Transferieren ihres erworbenen Fachwissens zu lösen,</li> <li>- ingenieurwissenschaftliche Handlungs- und Methodenkompetenzen in einem Fachgebiet ihres Schwerpunkts zu demonstrieren,</li> <li>- eine umfangreiche wissenschaftliche Aufgabenstellung, ausgehend vom Stand der Wissenschaft und Technik auf dem Gebiet der Aufgabenstellung, in ihrer Bedeutung für den Fortschritt der Wissenschaft richtig einzuschätzen,</li> <li>- die Lösungsansätze in Tiefe und Breite so zu gestalten, dass sie dieser hohen Anforderung gerecht werden,</li> <li>- die systemische Übersicht und Fähigkeit nachzuweisen, F&amp;E-Projekte zu strukturieren und durchzuführen, und</li> <li>- die professionellen, fachethischen und gesellschaftlichen Implikationen der Problemstellung zu reflektieren.</li> </ul>
Inhalte des Moduls	Wissenschaftliches Projekt
Lehrformen des Moduls	Projekt
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Modulkoordination	Prof. Dipl.-Ing. Holger Marschner
Hinweise	Keine

**Unit 5.1.: Wissenschaftliches Projekt**

Name der Unit	Wissenschaftliches Projekt
Code	
Name des Moduls	Wissenschaftliches Projekt
Inhalte der Unit	Projekt aus den Bereichen Automobiltechnik oder Mechatronik
Lehrformen der Unit	Projekt
SWS der Unit	0,2 SWS
Workload (h) der Unit	300h
Anteil der Präsenzzeit (h)	Keine
Anteil Prüfungszeit inkl. Vorbereitung (h)	30h
Anteil Selbststudium (h)	270h
Anteil Praxiszeit (h)	Keine
Sprache der Unit	Deutsch
Lehrende/-r	Dozent/-innen des Studiengangs „Mechatronik und Automobiltechnik“
Basis – Literatur	Themenabhängig, wird vom betreuenden Dozenten bzw. von der betreuenden Dozentin bekannt gegeben
Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Hinweise zur Unit	Keine

**Modul 6: Intelligente Sensoren und Autonomes Fahren**

Modultitel	Intelligente Sensoren und Autonomes Fahren
Modulnummer	6
Modulcode	
Studiengang	Mechatronik und Automobiltechnik (M.Sc.)
Verwendbarkeit des Moduls	Mechatronik und Robotik (M.Sc.)
Dauer des Moduls	Ein Semester
Empfohlenes Semester im Studienverlauf	1. oder 2. Semester
Art des Moduls	Pflichtmodul
ECTS-Punkte (CP) / Workload (h)	5 CP / 150 Stunden
Empfohlene inhaltliche Vorkenntnisse	Hardware-orientiertes Programmieren von Embedded Systems, Stochastik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul und an der Modulprüfung	Keine
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten: a. Vorleistung b. Modulprüfung	a. Keine b. Projektbericht (Bearbeitungszeit 14 Wochen)
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>- die wesentlichen physikalischen Grundlagen von Sensorelementen sowie die wesentlichen analogen und digitalen Hardwarekomponenten benennen und erklären,</li> <li>- geeignete intelligente Sensoren für spezifische Anwendungen zu entwickeln bzw. zu selektieren,</li> <li>- Einflüsse von Messfehlern beurteilen und Verfahren anwenden, um diese Messfehler applikationsbezogen zu minimieren,</li> <li>- die Architektur, die Hardwarekomponenten sowie die wesentlichen Algorithmen der verschiedenen Stufen des autonomen Fahrens darstellen und erklären,</li> <li>- intelligente Sensoren in autonome Fahrzeuge einzubinden, diese zu fusionieren und Algorithmen zum autonomen Fahren zu implementieren. und hierbei Anforderungen übergeordneter Systemkomponenten in ihre Überlegungen einzubeziehen,</li> <li>- in einem Projektkontext zu kooperieren und kommunizieren,</li> <li>- Projektergebnisse wissenschaftlich fundiert zu verschriftlichen, und</li> <li>- fachethische (sicherheitsbezogene) Aspekte autonomen Fahrens zu reflektieren.</li> </ul>
Inhalte des Moduls	Intelligente Sensoren und Autonomes Fahren – Vorlesung Intelligente Sensoren und Autonomes Fahren – Projekt
Lehrformen des Moduls	Vorlesung, Projekt
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Jedes Wintersemester
Modulkoordination	Prof. Dr. Peter Nauth
Hinweise	Keine

## Unit 6.1.: Intelligente Sensoren und Autonomes Fahren – Vorlesung

Name der Unit	Intelligente Sensoren und Autonomes Fahren – Vorlesung
Code	
Name des Moduls	Intelligente Sensoren und Autonomes Fahren
Inhalte der Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensorphysik, Sensorelemente, Hardware- und Softwarearchitektur intelligenter Sensoren, 2-D und 3-D Sensoren, Sensordatenanalyse, Fehlerfortpflanzung, Maschinelles Entscheiden mittels Sensordaten zur Hindernis- und Objekterkennung, Sensor Fusion, Extended Kalman Filter, Lidar and Radar Fusion zur Objektverfolgung, Intelligente Kameras.</li> <li>- Stufen des Autonomen Fahrens, Schlüsseltechnologien für autonome Fahrzeuge, Fahrspurdetection und -verfolgung, Erkennung und Modellierung von Straßen, Fahrzeugerkennung und -lokalisierung, Einschätzung von Verkehrssituationen, Autonomes Navigieren, Funktionale Sicherheit beim autonomen Navigieren.</li> </ul>
Lehrformen der Unit	Vorlesung
SWS der Unit	2 SWS
Workload (h) der Unit	75h
Anteil der Präsenzzeit (h)	30h
Anteil Prüfungszeit inkl. Vorbereitung (h)	15h
Anteil Selbststudium (h)	30h
Anteil Praxiszeit (h)	0h
Sprache der Unit	Deutsch
Lehrende/-r	Prof. Dr. Peter Nauth
Basis – Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hong Cheng, Autonomous Intelligent Vehicles, Springer, 2011</li> <li>- Hermann Winner et.al., Handbuch der Fahrerassistenzsysteme, Springer, 2015</li> <li>- Ekbert Hering et.al., Sensoren in Wissenschaft und Technik: Funktionsweise und Einsatzgebiete, Springer, 2018</li> <li>- E.R. Davies, Computer Vision, Academic Press, 2018</li> </ul> <p>Weitere Literatur wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.</p>
Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Hinweise zur Unit	Keine

## Unit 6.2.: Intelligente Sensoren und Autonomes Fahren – Projekt

Name der Unit	Intelligente Sensoren und Autonomes Fahren – Projekt
Code	
Name des Moduls	Intelligente Sensoren und Autonomes Fahren
Inhalte der Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realisierungsbeispiele von Intelligenten Sensoren und Autonomen Fahrzeugen,</li> <li>- Designmethoden und -verfahren zur Problemlösung,</li> <li>- V-Modell,</li> <li>- Hardware- und Softwareanforderungen und Intelligente Sensoren und Autonome Fahrzeuge,</li> <li>- Design-Werkzeuge, z.B. Robot Operating System,</li> <li>- Diskussion der vergebenen Projekte</li> </ul>
Lehrformen der Unit	Angeleitete Projektarbeit und Diskussion
SWS der Unit	1 SWS
Workload (h) der Unit	75h
Anteil der Präsenzzeit (h)	15h
Anteil Prüfungszeit inkl. Vorbereitung (h)	5h
Anteil Selbststudium (h)	55h
Anteil Praxiszeit (h)	0h
Sprache der Unit	Deutsch
Lehrende/-r	Prof. Dr. Peter Nauth
Basis – Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Walter Jakoby, Projektmanagement für Ingenieure, Springer, 2013</li> <li>- Ralf Jesse, Embedded Linux, mitp, 2016</li> <li>- Enrique Fernandez, Learning ROS for Robotics Programming, Packt Publishing, 2015</li> </ul> <p>Weitere Literatur wird zu Beginn des Moduls bekannt gegeben.</p>
Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Hinweise zur Unit	Keine

## Modul 7: Embedded Systems und Vernetzung mechatronischer Systeme

Modultitel	Embedded Systems und Vernetzung mechatronischer Systeme
Modulnummer	7
Modulcode	
Studiengang	Mechatronik und Automobiltechnik (M.Sc.)
Verwendbarkeit des Moduls	Mechatronik und Robotik (M.Sc.)
Dauer des Moduls	Ein Semester
Empfohlenes Semester im Studienverlauf	1. oder 2. Semester
Art des Moduls	Pflichtmodul
ECTS-Punkte (CP) / Workload (h)	5 CP / 150 Stunden
Empfohlene inhaltliche Vorkenntnisse	Keine
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul und an der Modulprüfung	Keine
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten: a. Vorleistung b. Modulprüfung	a. Versuche im Labor mit schriftlicher Ausarbeitung und Präsentation (mindestens 10, höchstens 15 Minuten), Gesamtaufwand 15 Stunden b. Projektarbeit (Bearbeitungszeit 6 Wochen)
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>- gängige Entwicklungsmethoden zur Erstellung von Software für eingebettete Systeme anzuwenden,</li> <li>- Echtzeitbetriebssysteme zu konfigurieren,</li> <li>- Lösungen zur Vernetzung mechatronischer Systeme zu entwickeln,</li> <li>- unterschiedliche Lösungsansätze zu klassifizieren, vergleichen und kritisch zu beurteilen,</li> <li>- die Anforderungen an komplexe mechatronische Systeme zu beschreiben, analysieren und in Softwarelösungen umzusetzen,</li> <li>- in integrierten Projektteams zu kooperieren, selbstorganisiert auf ein Projektziel hinarbeiten und Projektergebnisse kritisch zu hinterfragen, und</li> <li>- wissenschaftliche Laborberichte zu verfassen und die Ergebnisse zu präsentieren und diskutieren.</li> </ul>
Inhalte des Moduls	Embedded Systems und Vernetzung mechatronischer Systeme – Vorlesung Embedded Systems und Vernetzung mechatronischer Systeme – Labor
Lehrformen des Moduls	Vorlesung, Labor, Projekt
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Jedes Wintersemester
Modulkoordination	Prof. Dr. Karsten Schmidt
Hinweise	Keine

## Unit 7.1.: Embedded Systems und Vernetzung mechatronischer Systeme – Vorlesung

Name der Unit	Embedded Systems und Vernetzung mechatronischer Systeme – Vorlesung
Code	
Name des Moduls	Embedded Systems und Vernetzung mechatronischer Systeme
Inhalte der Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklungsmethoden zur Programmierung eingebetteter Systeme</li> <li>- Konfiguration von Echtzeitbetriebssystemen, Multitasking und Prozesssynchronisation</li> <li>- Vernetzung eingebetteter Systeme über Feldbusse</li> <li>- drahtlose Schnittstellen und TCP/IP</li> </ul>
Lehrformen der Unit	Vorlesung
SWS der Unit	3 SWS
Workload (h) der Unit	90h
Anteil der Präsenzzeit (h)	45h
Anteil Prüfungszeit inkl. Vorbereitung (h)	15h
Anteil Selbststudium (h)	30h
Anteil Praxiszeit (h)	Keine
Sprache der Unit	Deutsch
Lehrende/-r	Prof. Dr. Karsten Schmidt
Basis – Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lyla B. Das, "Embedded Systems", Pearson India Education Services, 2013</li> <li>- "The Definitive Guide to ARM Cortex-M3 and ARM Cortex-M4 Processors", Joseph Yiu, Elsevier, 2014</li> <li>- "The Designer's Guide to the Cortex-M Processor Family", T. Martin, Elsevier, 2013</li> <li>- "Programmierung von Echtzeitsystemen", E. Kienzle und J. Friedrich, Hanser, 2009</li> <li>- "Rechnernetze: Grundlagen - Ethernet - Internet", W. Riggert, Hanser, 2014</li> <li>- "TCP/IP Sockets in C: Practical Guide for Programmers", Michael J. Donahoo und Kenneth L. Calvert, Morgan Kaufmann, 2009</li> <li>- "Automobilelektronik", Konrad Reif, Springer Vieweg, 2014</li> </ul>
Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Hinweise zur Unit	Keine

## Unit 7.2.: Embedded Systems und Vernetzung mechatronischer Systeme – Labor

Name der Unit	Embedded Systems und Vernetzung mechatronischer Systeme – Labor
Code	
Name des Moduls	Embedded Systems und Vernetzung mechatronischer Systeme
Inhalte der Unit	<p>Die Inhalte der Vorlesung (Unit 1) werden mit Laborversuchen zu den Themen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programmierung typischer Microcontrollerkomponenten wie ADC, USART, GPIO und Timer</li> <li>- Konfiguration von Echtzeitbetriebssystemen am Beispiel von FreeRTOS</li> <li>- Prozesssynchronisation mit Semaphoren</li> <li>- Zugriff auf Ressourcen unter Einsatz von Gatekeepern und Mutes</li> <li>- Entwicklung von Multitaskingapplikationen für Microcontroller</li> <li>- Programmierung von Feldbussystemen am Beispiel des CAN</li> <li>- LwIP und TCP/IP</li> <li>- Drahtloskommunikation mittels Bluetooth und ZigBee</li> </ul> <p>vertieft.</p>
Lehrformen der Unit	Labor
SWS der Unit	2 SWS
Workload (h) der Unit	60h
Anteil der Präsenzzeit (h)	30h
Anteil Prüfungszeit inkl. Vorbereitung (h)	15h
Anteil Selbststudium (h)	15h
Anteil Praxiszeit (h)	0h
Sprache der Unit	Deutsch
Lehrende/-r	Prof. Dr. Karsten Schmidt
Basis – Literatur	siehe Unit 1
Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Versuche im Labor mit schriftlicher Ausarbeitung und Präsentation (min 10 min., max. 15min), Gesamtaufwand 15 Stunden
Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	bestanden/nicht bestanden
Hinweise zur Unit	Keine

## Modul 8: Automobiltechnik/Emissionen

Modultitel	Automobiltechnik/Emissionen
Modulnummer	8
Modulcode	
Studiengang	Mechatronik und Automobiltechnik (M.Sc.)
Verwendbarkeit des Moduls	Allgemeiner Maschinenbau (M.Eng.)
Dauer des Moduls	Ein Semester
Empfohlenes Semester im Studienverlauf	1. oder 2. Semester
Art des Moduls	Pflichtmodul
ECTS-Punkte (CP) / Workload (h)	5 CP / 150 Stunden
Empfohlene inhaltliche Vorkenntnisse	Grundkenntnisse auf den Gebieten der Schwingungslehre und der Thermodynamik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul und an der Modulprüfung	Keine
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten:	a. Versuche im Labor mit Dokumentation und Präsentation (mindestens 10, höchstens 15 Minuten), Gesamtaufwand 8 Stunden
a. Vorleistung	b. Klausur (120 Minuten)
b. Modulprüfung	
Lernergebnisse und Kompetenzen	<p><u>Emissionen von Verbrennungsmotoren</u></p> <p>Die Studierenden kennen die Grundlagen der Gemischbildung und Verbrennung. Sie sind sicher in der Darstellung motorischer Kenngrößen und können die Ursachen der Schadstoffentstehung für die jeweiligen verbrennungsmotorischen Arbeitsverfahren ableiten.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die üblicherweise zur Messung von thermischen und mechanischen Zustandsgrößen verwendeten Messverfahren zu beschreiben und zu charakterisieren. Weiterhin können sie entscheiden, für welche Messaufgabe welches Messverfahren anzuwenden ist.</p> <p>Sie formulieren innermotorische Maßnahmen zur Verbesserung der Abgasqualität und beurteilen die Methoden der Abgasnachbehandlung kritisch. Weiterhin erläutern sie international vorgeschriebene Abgasmesszyklen und stellen sie einander gegenüber.</p> <p>Die Studierenden können die Bewegungsverhältnisse und Kräfte am Kurbeltrieb erläutern. Mit den Grundlagen der Verbrennung können sie die wichtigsten Erregermechanismen für Fahrzeugschwingungen beurteilen.</p> <p>Sie kennen die Vorgehensweise bei der Ermittlung der rotierenden und oszillierenden Massen des Triebwerks und leiten den Ausgleich der Massenkräfte und Massenmomente ab.</p> <p>Die Studierenden haben Kenntnisse über den Aufbau und die Funktion von Bauteilen und Systemen des Verbrennungsmotors und können auch deren konstruktive Gestaltung im Hinblick auf eine einwandfreie Funktion begründen.</p> <p>Die Studierenden berechnen Bauteile und Systeme überschlägig und leiten daraus auch Gestaltungsvarianten zur Verringerung der Geräusch- und Schadstoffemissionen ab.</p> <p><u>Labor Abgasqualität von Verbrennungsmotoren</u></p> <p>Die Studierenden messen thermische und mechanische Zustandsgrößen am Motorprüfstand und können die jeweiligen Vorteile, aber auch die Einsatzgrenzen der verwendeten Messtechnik (Sensorik und Messdatenverarbeitung) erklären.</p>

	<p>Die Studierenden beschreiben die Abgasanalyse und können die Funktion der Messtechnik beschreiben und erklären.</p> <p>Sie kennen die Grundlagen der Zylinderdruckindizierung und können p/V-Diagramm und Energieumsatzpunkte bestimmen und bewerten.</p> <p>Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erläutern und bewerten mögliche Messunsicherheiten und können die Plausibilität von Messdaten überprüfen.</p> <p>Die Studierenden entwickeln im Team eigene Prüfzyklen zu unterschiedlichen Fragestellungen, messen selbstständig motorische Kenngrößen und die Abgaskonzentrationen am Motorenprüfstand und werten die Messergebnisse aus.</p> <p>Die Studierenden stellen die Messergebnisse zusammen, diskutieren diese kritisch und leiten Maßnahmen ab, die den Schadstoffausstoß reduzieren können.</p> <p>In einer Präsentation stellen sie ihre Versuche vor, nehmen Stellung zu möglichen Messfehlern und leiten Maßnahmen ab, die das Betriebsverhalten des Verbrennungsmotors verbessern.</p>
Inhalte des Moduls	<p>Emissionen von Verbrennungsmotoren – Vorlesung</p> <p>Abgasqualität von Verbrennungsmotoren – Labor</p>
Lehrformen des Moduls	Vorlesung, Labor
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Jedes Wintersemester
Modulkoordination	Prof. Dr. Ullrich-Peter Thiesen
Hinweise	Keine



Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Hinweise zur Unit	Keine

## Unit 8.2.: Abgasqualität von Verbrennungsmotoren – Labor

Name der Unit	Abgasqualität von Verbrennungsmotoren – Labor
Code	
Name des Moduls	Automobiltechnik/Emissionen
Inhalte der Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorstellung und Erläuterung der am Motorprüfstand verwendeten Messtechnik: Meßsensoren für thermische und mechanische Größen, Messdatenverarbeitung und programm-basierte Auswertung.</li> <li>- Einführung in die Praxis der Abgasanalyse und der Zylinderinnendruckmessung; Indikator-diagramm und thermodynamische Auswertung.</li> <li>- Erläuterung und Diskussion möglicher Messunsicherheiten; Verfahren zur rechnerischen Kontrolle der Plausibilität von Messwerten.</li> <li>- Erläuterung der Auswirkungen einzelner Schadstoffkomponenten auf Mensch und Umwelt. Erklärung international vorgeschriebener Abgasprüfzyklen.</li> <li>- Methoden zur Konzeption eigener Prüfzyklen und Messungen am Motorprüfstand.</li> <li>- Berichterstellung und Präsentationstechniken</li> </ul>
Lehrformen der Unit	Labor
SWS der Unit	1 SWS
Workload (h) der Unit	30h
Anteil der Präsenzzeit (h)	15h
Anteil Prüfungszeit inkl. Vorbereitung (h)	7h
Anteil Selbststudium (h)	8h
Anteil Praxiszeit (h)	0h
Sprache der Unit	Deutsch
Lehrende/-r	Prof. Dr. Ullrich-Peter Thiesen, Dipl.-Ing. (FH) Ingo Behr, M. Edu.
Basis – Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grohe, H., Messen an Verbrennungsmotoren, Vogel Verlag</li> <li>- Bosch Kraftfahrzeugtechnisches Taschenbuch, VDI-Verlag</li> <li>- Klingenberg, H., Automobilmeßtechnik, Springer Verlag</li> <li>- Teichmann, R., Schwarz, C., Wimmer, A., Winkelhofer, E., Verbrennungsdiagnostik, Springer- Vieweg Verlag</li> <li>- Merker, G., Schwarz, C., Stiesch, G., Otto, Frank, Verbrennungsmotoren, Simulation der Verbrennung und Schadstoffbildung</li> </ul>
Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Versuche im Labor mit Dokumentation und Präsentation (mindestens 10, höchstens 15 Minuten), Gesamtaufwand 8 Stunden
Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	bestanden/nicht bestanden
Hinweise zur Unit	Keine

## Modul 9: Noise, Vibration, Harshness

Modultitel	Noise, Vibration, Harshness
Modulnummer	9
Modulcode	
Studiengang	Mechatronik und Automobiltechnik (M.Sc.)
Verwendbarkeit des Moduls	Allgemeiner Maschinenbau (M.Eng.)
Dauer des Moduls	Ein Semester
Empfohlenes Semester im Studienverlauf	1. oder 2. Semester
Art des Moduls	Pflichtmodul
ECTS-Punkte (CP) / Workload (h)	5 CP / 150 Stunden
Empfohlene inhaltliche Vorkenntnisse	Keine
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul und an der Modulprüfung	keine
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten: a. Vorleistung b. Modulprüfung	a. Versuche im Labor mit schriftlicher Ausarbeitung und Präsentation (mindestens 10, höchstens 20 Minuten), Gesamtaufwand 7 Stunden b. Klausur (120 Minuten)
Lernergebnisse und Kompetenzen	<p><u>„Noise, Vibration, Harshness Vorlesung“</u> Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer kennen die wichtigsten Fachbegriffe und beherrschen die Grundlagen auf den Gebieten Schwingungslehre und Akustik. Sie wissen, wie Schall entsteht, sich ausbreitet und wahrgenommen wird. Sie können überschlägige Berechnungen an einfachen Schwingungssystemen durchführen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die gebräuchlichen Messverfahren zu beschreiben und zu charakterisieren und können entscheiden, für welche Messaufgabe das entsprechende Messverfahren anzuwenden ist. Die Studierenden kennen wichtige Erregermechanismen von Fahrzeugschwingungen und Geräuschen. Sie sind in der Lage, typische Schwingungsphänomene den jeweiligen Ursachen zuzuordnen.</p> <p><u>„Noise, Vibration, Harshness Labor“</u> Die Studierenden kennen die für Akustik- und Schwingungsmessungen relevante Messtechnik (Messaufnehmer, Messdatenverarbeitung, etc.) und können deren Funktion beschreiben und erklären.</p> <p>Anhand von ausgewählten Versuchen an einem grundlegenden Schwingungssystem bis hin zum kompletten Kraftfahrzeug führen sie eigenständig Messungen durch und werten die Ergebnisse aus. Die Studierenden stellen Messergebnisse zusammen, interpretieren diese kritisch und leiten Maßnahmen ab, die den Komfort verbessern. In einem Kolloquium stellen Sie die Ergebnisse vor, und nehmen Stellung zu ihren Vorschlägen.</p>
Inhalte des Moduls	Noise, Vibration, Harshness – Vorlesung Noise, Vibration, Harshness – Labor
Lehrformen des Moduls	Vorlesung, Labor
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Jedes Wintersemester
Modulkoordination	Prof. Dipl.-Ing. Holger Marschner

Hinweise	Keine
----------	-------

## Unit 9.1.: Noise, Vibration, Harshness – Vorlesung

Name der Unit	Noise, Vibration, Harshness – Vorlesung
Code	
Name des Moduls	Noise, Vibration, Harshness
Inhalte der Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Akustische und schwingungstechnische Grundlagen: Beschreibung von Schwingungen im Zeit- und Frequenzbereich / Beschreibung mittels logarithmischer Größen / Regeln der Pegelrechnung, Feldgrößen, Leistungsgrößen</li> <li>- Voraussetzungen und Eigenschaften der Wellenausbreitung: Mathematische Beschreibung von Wellen, Zeit- und Ortsfunktion / Wellenarten in festen, flüssigen und gasförmigen Medien / Einfluss von Begrenzungsflächen und Randbedingungen / Wellenausbreitung in endlichen Strukturen / Reflexion und Absorption, Beugung, Streuung und Brechung / Wellenwiderstand, Impedanz, Admittanz, Mobilität / Dämmung und Dämpfung</li> <li>- Mathematische Charakterisierung von Schwingungssystemen: Der Einmassenschwinger als mechanisches Ersatzmodell / Mathematische Beschreibung, Eigenwertberechnung / Freie Schwingungen, Eigenfrequenz, Dämpfung, Resonanz / Interpretation der Eigenwerte / Systeme mit mehreren Freiheitsgraden / Kontinuierliche Schwinger: Balken, Platten etc.</li> <li>- Schwingungsquellen, Schallentstehung und Übertragung: Ursachen und Erregungsmechanismen / Mathematische Beschreibung fremderregter Schwingungen / Herleitung und Interpretation der Vergrößerungsfunktionen / Strukturresonanzen, Dämpfung, Zielkonflikte / Selbsterregungsmechanismen, Klassifizierung und Beispiele / Schallquellen am Beispiel der musikalischen Akustik / Mögliche Abhilfemaßnahmen an der Quelle und Übertragungstrecke</li> <li>- Die menschliche Wahrnehmung von Schall und Schwingungen: Grenzen der herkömmlichen Akustik, Psychoakustik / Objektive Messgrößen vs. subjektive Empfindung / Beispiele aus der Praxis, Hörbeispiele</li> <li>- Einführung in die Messung von Schall und Schwingungen: Frequenzanalyse, Filter- und Fourieranalyse / Eigene Versuche und Messungen mit dem Schallpegelmessgerät / Systemanalyse, Strukturanalyse, Modalanalyse / Betriebsschwingungsanalyse, Betriebsmodalanalyse, Ordnungsanalyse</li> <li>- Gebräuchliche Schall- und Schwingungsmesstechnik: Die Messkette: Vom Aufnehmer bis zur Auswertung / Geeignete Messgrößen und ihre Bedeutung / Sensorik für Beschleunigung, Schnelle, Auslenkung, Schalldruck / Schalldruckverfahren vs. Schallintensitätsverfahren / Analysesoftware zur Schwingungstechnik, Akustik und Psychoakustik</li> <li>- Praktische Anwendungen und normgerechte Messungen: Bestimmung der Schallleistung von Maschinen und Anlagen / Geräuschemessungen von Kraftfahrzeugen / Schallquellenortung, Transferpfadanalyse / Laser-Doppler-Vibrometrie</li> <li>- Kfz-typische Schwingungsprobleme: Das Kfz als Mehrmassenschwinger / Schwingungs-Anregung durch die Fahrbahn / Motoranregung / Abgas- und Ansaugergeräusche / Fahrwerk- und bremsenerregte Schwingungen / Maßnahmen gegen unerwünschte Schwingungen und Geräusche / Auslegungskriterien, Zielkonflikte</li> </ul>
Lehrformen der Unit	Vorlesung
SWS der Unit	4 SWS
Workload (h) der Unit	120h
Anteil der Präsenzzeit (h)	60h

Anteil Prüfungszeit inkl. Vorbereitung (h)	30h
Anteil Selbststudium (h)	30h
Anteil Praxiszeit (h)	0h
Sprache der Unit	Deutsch
Lehrende/-r	Prof. Dipl.-Ing. Holger Marschner
Basis – Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuttruff: Akustik, Hirzel Verlag Stuttgart – Leipzig</li> <li>- Kollmann/Angert/Schösser: Praktische Maschinenakustik, Springer, Berlin, Heidelberg</li> <li>- Zeller (Hrsg): Handbuch Fahrzeugakustik, Vieweg Teubner Verlag Wiesbaden</li> <li>- Breuer/Bill (Hrsg.): Bremsenhandbuch, Springer Vieweg Wiesbaden</li> </ul>
Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	Keine
Hinweise zur Unit	Keine

## Unit 9.2.: Noise, Vibration, Harshness – Labor

Name der Unit	Noise, Vibration, Harshness – Labor
Code	
Name des Moduls	Noise, Vibration, Harshness
Inhalte der Unit	<p>Einweisung in gebräuchliche NVH-Messtechnik und Vorstellung geeigneter Sensorik (Beschleunigung, Schnelle, Auslenkung, Schalldruck), grundlegende Messungen am ausgewählten Schwingungssystem inkl.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfluss von Abtastrate, Filterung, Fenster, Aliasing- und Leakage-Effekte</li> <li>- Signalanalyse im Zeitbereich (Eigenfrequenzen und Dämpfung)</li> <li>- Signalanalyse im Frequenzbereich (Eigenfrequenzen und Dämpfung)</li> <li>- Experimentelle Modalanalyse (Bestimmung der Eigenformen)</li> <li>- Betriebsschwinganalyse und Betriebsmodalanalyse (output only)</li> </ul> <p>Eigenständige Durchführung von Messungen an Fahrzeugen mit unterschiedlicher Motorisierung auf dem Rollenprüfstand:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschleunigungen, Schalldruckpegel, Terz-/Oktavanalyse</li> <li>- Ordnungsanalyse eines Motorhochlaufs</li> <li>- Normgerechte Schalleistungsmessung (Schalldruck vs. Intensität)</li> <li>- Schallquellenortung, Vorbeifahrtgeräuschmessung</li> </ul> <p>Variantenbildung, Darstellung Präsentation und Diskussion der Ergebnisse Präsentationstechniken schriftlich und mündlich</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Antwort auf ein „Call for Papers“</li> <li>- Einreichen eines Papers</li> <li>- Halten einer mündlichen Präsentation</li> </ul>
Lehrformen der Unit	Labor
SWS der Unit	1 SWS
Workload (h) der Unit	30h
Anteil der Präsenzzeit (h)	15h
Anteil Prüfungszeit inkl. Vorbereitung (h)	8h
Anteil Selbststudium (h)	7h
Anteil Praxiszeit (h)	0h
Sprache der Unit	Deutsch
Lehrende/-r	Prof. Dipl.-Ing. Holger Marschner, Dipl.-Ing. (FH) Bernd Mohn, M. Edu.
Basis – Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kuttruff: Akustik, Hirzel Verlag Stuttgart – Leipzig</li> <li>- Kollmann/Angert/Schösser: Praktische Maschinenakustik, Springer, Berlin, Heidelberg</li> <li>- Zeller (Hrsg): Handbuch Fahrzeugakustik, Vieweg Teubner Verlag Wiesbaden</li> <li>- Breuer/Bill (Hrsg.): Bremsenhandbuch, Springer Vieweg Wiesbaden</li> </ul>
Art und Form des Leistungsnachweises der Unit	Versuche im Labor mit schriftlicher Ausarbeitung und Präsentation (mindestens 10, höchstens 20 Minuten), Gesamtaufwand 7 Stunden
Bewertung des Leistungsnachweises der Unit	bestanden/nicht bestanden
Hinweise zur Unit	Keine

## Module 10: Power Electronics and Control Theory

Module title	Power Electronics and Control Theory
Module number	10
Module code	
Study programme	Mechatronik und Automobiltechnik (M.Sc.)
Module usability	Renewable Energy (M.Eng.)
Module duration	One semester
Recommended semester	1st or 2nd semester
Module type	Compulsory module
ECTS-Points (CP) / Workload (h)	5 CP / 150 hours
Recommended previous knowledge	None
Prerequisites for participation in the module and the module examination	None
Prerequisites for the acquisition of credit points: a. preliminary examination b. Module examination	a. None
	b. Written examination (90 minutes)
Learning outcomes and skills	<p>Upon completion of the module students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe and explain the operation of PWM controlled forced commutated converters (non-isolated DC/DC converters and DC/AC inverters)</li> <li>• specify the switching behavior of individual topologies and their application range with regard to circuits used in renewable energy systems</li> <li>• describe control systems mathematically</li> <li>• explain and apply methods to characterize transient and steady-state behavior</li> <li>• apply methods for the examination of control loop stability and of controller design</li> </ul>
Module contents	Power Electronics – Lecture Control Theory – Lecture
Module teaching methods	Lectures combined with exercises
Module language	English
Module availability	Each winter semester
Module coordination	Prof. Dr. Hartmut Hinz
Comments	None

**Unit 10.1.: Power Electronics – Lecture**

Unit title	Power Electronics – Lecture
Code	
Module title	Power Electronics and Control Theory
Unit contents	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Electronic Switches</li> <li>- Pulse-Width Modulation</li> <li>- Buck and Boost Converts</li> <li>- Bidirectional DC-DC converters</li> <li>- Full bridge DC-DC converters</li> <li>- Single and Three-Phase Voltage Source Inverters</li> <li>- Phase-controlled converters</li> </ul>
Unit teaching methods	Lectures and exercises
Semester periods (hours) per week	2 SWS
Unit workload (h)	75
Class hours (h)	30
Total time of examination incl. preparation (h)	5
Total time of individual study (h)	40
Total time of practical training (h)	0
Unit language	English
Lecturer	Prof. Dr. Hartmut Hinz
Recommended reading	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Issa Batarseh, Ahmad Harb: Power Electronics: Circuit Analysis and Design, Springer International Publishing AG 2nd edition 2018</li> <li>- Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins: Power Electronics: Converters, Applications, and Design, Wiley, 3rd Edition 2002</li> <li>- Katsuhiko Ogata: Modern Control Engineering, Pearson Education, Inc., 5th edition 2010</li> <li>- Farid Golnaraghi, Benjamin C. Kuo: Automatic Control Systems, McGraw-Hill Education, 10th edition 2017</li> </ul>
Assessment type and form of the unit	None
Assessment grading of the unit	None
Unit comments	None

**Unit 10.2.: Control Theory – Lecture**

Unit title	Control Theory – Lecture
Code	
Module title	Power Electronics and Control Theory
Unit contents	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mathematical description of control engineering systems</li> <li>- Transient and Steady-State Response Analyses</li> <li>- PID Controllers</li> <li>- Stability analysis of control systems</li> <li>- Controller design</li> </ul>
Unit teaching methods	Lectures and exercises
Semester periods (hours) per week	2 SWS
Unit workload (h)	75h
Class hours (h)	30h
Total time of examination incl. preparation (h)	5h
Total time of individual study (h)	40h
Total time of practical training (h)	0h
Unit language	English
Lecturer	Prof. Dr. Hartmut Hinz
Recommended reading	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Issa Batarseh, Ahmad Harb: Power Electronics: Circuit Analysis and Design, Springer International Publishing AG 2nd edition 2018</li> <li>- Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins: Power Electronics: Converters, Applications, and Design, Wiley, 3rd Edition 2002</li> <li>- Katsuhiko Ogata: Modern Control Engineering, Pearson Education, Inc., 5th edition 2010</li> <li>- Farid Golnaraghi, Benjamin C. Kuo: Automatic Control Systems, McGraw-Hill Education, 10th edition 2017</li> </ul>
Assessment type and form of the unit	None
Assessment grading of the unit	None
Unit comments	None

**Module 11: Electro-Mobility**

Module title	Electro-Mobility
Module number	11
Module code	
Study programme	Mechatronik und Automobiltechnik (M.Sc.)
Module usability	Renewable Energy (M.Eng.)
Module duration	One semester
Recommended semester	1 <sup>st</sup> or 2 <sup>nd</sup> semester
Module type	Compulsory module
ECTS-Points (CP) / Workload (h)	5 CP / 150 hours
Recommended previous knowledge	
Prerequisites for participation in the module and the module examination	None
Prerequisites for the acquisition of credit points: a. preliminary examination b. Module examination	a. None
	b. Written examination (90 minutes)
Learning outcomes and skills	<p>Upon completion of the module students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- evaluate the capabilities and limitations of electrified powertrains;</li> <li>- classify different degrees of electrification and identify fuel saving potentials;</li> <li>- understand and apply torque control systems of electric drives;</li> <li>- discuss an overall assessment of the life cycle analysis of vehicles with regard to greenhouse gas emissions;</li> <li>- present the challenges of a necessary infrastructure for electric vehicles;</li> <li>- reflect the ethical and societal dimensions of electro-mobility.</li> </ul>
Module contents	Electro-Mobility – Lectures
Module teaching methods	Lectures combined with exercises
Module language	English
Module availability	Each winter semester
Module coordination	Prof. Dr. Hartmut Hinz
Comments	None

**Unit 11.1.: Electro-Mobility – Lectures**

Unit title	Electro-Mobility – Lectures
Code	
Module title	Electro-Mobility
Unit contents	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Well-to-wheel efficiency</li> <li>- Electrified powertrain concepts</li> <li>- Torque control of synchronous and asynchronous AC machines</li> <li>- Hybrid vehicle</li> <li>- Battery electric vehicle</li> <li>- Fuel cell electric vehicle</li> <li>- Infrastructure</li> </ul>
Unit teaching methods	Lectures and exercises
Semester periods (hours) per week	4 SWS
Unit workload (h)	150
Class hours (h)	60
Total time of examination incl. preparation (h)	10
Total time of individual study (h)	80
Total time of practical training (h)	0
Unit language	English
Lecturer	Prof. Dr. Hartmut Hinz
Recommended reading	<ul style="list-style-type: none"> <li>- John G. Hayes, G. Abas Goodarzi: Electric Powertrain: Energy Systems, Power Electronics and Drives for Hybrid, Electric and Fuel Cell Vehicles, Wiley, 1<sup>st</sup> Edition 2018</li> <li>- Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Stefano Longo, Kambiz Ebrahimi: Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: International Student Edition, Taylor &amp; Francis Ltd; 3rd edition, 2018</li> <li>- Hui Zhang, Dongpu Cao, Haiping Du: Modeling, Dynamics and Control of Electrified Vehicles, Elsevier Inc. 2018</li> </ul>
Assessment type and form of the unit	None
Assessment grading of the unit	None
Unit comments	None

## Modul 12: Master-Arbeit mit Kolloquium

Modultitel	Master-Arbeit mit Kolloquium
Modulnummer	12
Modulcode	
Studiengang	Mechatronik und Automobiltechnik (M.Sc.)
Verwendbarkeit des Moduls	
Dauer des Moduls	Ein Semester
Empfohlenes Semester im Studienverlauf	3. Semester
Art des Moduls	Pflichtmodul
ECTS-Punkte (CP) / Workload (h)	30 CP / 900 Stunden
Empfohlene inhaltliche Vorkenntnisse	Keine
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul und an der Modulprüfung	Erfolgreicher Abschluss der Module 1 bis 11
Voraussetzung für die Vergabe von Leistungspunkten: a. Vorleistung b. Modulprüfung	a. Keine b. Master-Arbeit (22 Wochen Bearbeitungszeit) mit Kolloquium (mindestens 30, höchstens 60 Minuten)
Lernergebnisse und Kompetenzen	Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>- zur selbständigen Lösung einer komplexen Ingenieuraufgabe die geeigneten wissenschaftlichen Methoden nach transparenten Kriterien auszuwählen,</li> <li>- die gewählte(n) Methoden ggf. zu modifizieren und weiterzuentwickeln und anzuwenden, um auf der Grundlage von vertieftem und oder spezialisiertem Wissen in ihrem oder seinem Studienggebiet auch zu Problemlösungen in neuen und unbekanntem Umfeldern zu gelangen, und</li> <li>- Ergebnisse, Methoden und Schlussfolgerungen schriftlich und mündlich darzulegen und zu verteidigen.</li> </ul>
Inhalte des Moduls	Master-Arbeit mit Kolloquium
Lehrformen des Moduls	selbstständiges wissenschaftliches Arbeiten
Sprache	Deutsch
Häufigkeit des Angebots	Jedes Semester
Modulkoordination	Prof. Dipl.-Ing. Holger Marschner
Hinweise	Keine