



THU
Technische
Hochschule
Ulm

Modulhandbuch des Studiengangs

Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität Master of Engineering (M.Eng.)

Technische Hochschule Ulm

vom 26.03.2020
(gültig ab 09/2015)

Inhaltsverzeichnis

1. Pflichtmodule	3
1.1. Electrochemical Power Sources 1	4
1.2. Electrochemical Power Sources 2	5
1.3. Elektrische Energienetze	6
1.4. Elektromobilität	7
1.5. Leistungselektronik	8
1.6. Photovoltaik	9
1.7. Projekt	10
2. Wahlpflichtmodule	10
2.1. Angewandte Thermodynamik	11
2.2. EMV von Systemen	12
2.3. Energiewirtschaft	14
2.4. Physikalische Methoden	15
2.5. Seminar zu aktuellen Technologien auf dem Gebiet der regenerativen Energien	16
2.6. Sensorik und Energy Harvesting	17
2.7. Systemtheorie	18
2.8. Webtechnologien und Datenmanagement	19

Studiengänge

EE	Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität (09/2015)
----	---

1. Pflichtmodule

1.1. Electrochemical Power Sources 1

Modulkürzel ECPS	ECTS 4	Sprache deutsch	Art/Semester Pflichtmodul, 1. Semester		Turnus nur Sommersemester
Modultitel Electrochemical Power Sources 1					
Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität (1. Sem)					
Lernergebnisse Die Studierenden sind in der Lage, den Aufbau und die Funktionsweise elektrochemischer Stromquellen zu verstehen in ausgewählten Anwendungen im Umfeld der Energieversorgung und Elektromobilität zu nutzen:- Elektrochemische und werkstoffliche Grundlagen- Typen von Akkumulatoren, Lade- Entladecharakteristiken- Brennstoffzellen und andere elektrochemische Reaktoren- Befähigung zur anwendungsspezifischen Systemauswahl					
Inhalt Elektrochem. Grundlagen (Faraday, Nernst, Potenzialfunktionen), Elektrochem. Zellen, unter Stromfluss, Auswirkung einzelner Grenzflächen und Transportprozesse Akkumulatoren: Typen und Chemie Brennstoffzellen: Typen und Chemie Verlustmechanismen in Zellen, Betriebsbedingungen, Einsatzgrenzen Transientenverhalten Zweipolbeschreibung (Ladung, Entladung, Stofftransport Modellbildung), Von der Zelle zur Batterie: Bauformen, Steuerung von Lade- und Entladezyklen					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • Hamann, Hamnet, Vielstich: <i>Electrochemistry.</i> , 1700. • Linden: <i>Handbook of Batteries.</i> , 1700. • O Hare: <i>Fuel Cell Fundamentals.</i> , 1700. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung	Hausarbeit	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		45h	75h	0h	120h

1.2. Electrochemical Power Sources 2

Modulkürzel ECPS	ECTS 9	Sprache englisch	Art/Semester Pflichtmodul, 2. Semester		Turnus nur Wintersemester
Modultitel Electrochemical Power Sources 2					
Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität (2. Sem)					
Lernergebnisse Die Studierenden sind in der Lage, Zellen elektrochemischer Stromquellen zu Batterien zusammenzufassen und in Systeme zu integrieren. - Vertiefung der Kenntnisse in PEM-Brennstoffzellen- Aspekte der Degradation und Systemintegration von Akkumulatoren und PEM Brennstoffzellen- Batterie- und Systemmanagement- Hybridisierung					
Inhalt PEM-Brennstoffzellen: Katalysatoren, Elektrolyte, Komponenten, Alterungsverhalten, Stackdesign, Wassermanagement, Test, Systemintegration, Brennstoffe und Gasprozesstechnik, Elektrolyse, Wasserstoffsicherheit, Modellierung Redox-Flow-Batterien Akkumulatoren: Lade- Entladetechnik, Alterung, Batteriemangement, Sicherheit, Modellierung Hybridisierung					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • Larminie, Dicks: <i>Fuel Cell Systems explained.</i> , 1700. • Barbir: <i>PEM Fuel cells.</i> , 1700. • Büchi: <i>Polymer Electrolyte Fuel Cells Durability.</i> , 1700. • Weydanz: <i>Moderne Akkumulatoren.</i> , 1700. • Nazri: <i>Lithium Batteries.</i> , 1700. • Cisak: <i>High Energy Non Aqueous Batteries.</i> , 1700. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (4 SWS), Labor (2 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung	Laborarbeit	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		90h	180h	0h	270h

1.3. Elektrische Energienetze

Modulkürzel ELEN	ECTS 6	Sprache deutsch	Art/Semester Pflichtmodul, 1. Semester		Turnus nur Sommersemester
Modultitel Elektrische Energienetze					
Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität (1. Sem)					
Lernergebnisse Die Grundkenntnisse der elektrischen Energieversorgung werden vermittelt. Die Studenten sind in der Lage, komplexe technische Probleme der Energieversorgung zu verstehen und entsprechende Lösungen zu erarbeiten. Die Anforderungen an das Verteilnetz bei der konventionellen Integration dezentraler Erzeugung und die Konzepte des "Intelligenten Netzes" sind den Studierenden bekannt.					
Inhalt - Energiewirtschaftliche Grundlagen- Leitungs- und Netzformen- Ersatzschaltungen und Kenndaten der Betriebsmittel- Drehstromnetz im symmetrischen Betrieb- Kurzschlussstromberechnung- Unsymmetrischer Fehler- Stabilität der Energieübertragung- Richtlinien für die Auswahl der Betriebsmittel- Bemessung und Koordination der Isolation- Betriebsmittel und ihre Anwendungen- Grundsicherungen von Umspannwerken und Umspannstationen- Erder- und Erdungsanlagen- Selektivschutz für Betriebsmittel und Netze- Physiologische Wirkungen des Stromes und Schutzmaßnahmen- Netzintegration dezentraler Erzeugung- Koordination von Last und Erzeugung im intelligenten Netz- Regulierung der Netze- Netzkosten und Netzentgelte					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • <i>Eigenes Script.</i> • Flosdorff, Hilgerth: <i>Elektrische Energieverteilung.</i> Teubner- V, 2005. • Spring: <i>Elektrische Energienetze.</i> VDE- Verlag, 2003. • Küchler: <i>Hochspannungstechnik.</i> Springer-Verlag, 2009. • Heuck, Dettmann, Schulz: <i>Elektrische Energieversorgung.</i> Vieweg, 2007. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung	Laborarbeit	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	120h	0h	180h

1.4. Elektromobilität

Modulkürzel EMOB	ECTS 6	Sprache deutsch	Art/Semester Pflichtmodul, 2. Semester		Turnus nur Wintersemester
Modultitel Elektromobilität					
Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität (2. Sem)					
Lernergebnisse Die Studierenden sind in der Lage, die unterschiedlichen Konzepten und Antriebsstrang-Topologien in Elektro-Fahrzeugen zu bewerten bzw. zu berechnen und zu simulieren durch:- Kenntnisse der Vor- u. Nachteile einzelner Fahrzeugkonzepte- Wissen über kinematischen Anforderungen der Traktion- Wissen über Verhalten einzelner Komponenten (z.B. Getriebe, E-Maschinen) sowie deren Modellierung- Kenntnisse über fahrzeugspezifische technologische Aspekte für Fahrmotoren- Befähigung zur Modellierung von elementaren Prinzipien der Betriebsführung (z.B. Rekuperation, Leistungsverzweigung)- Kenntnisse zur Simulation feldorientierter Regelungen- Wissen zur Analyse der Energieeffizienz des Gesamtfahrzeugs					
Inhalt 1. Antriebs-Topologien von Elektro-, BZ- und Hybridfahrzeugen 2. Fahrleistungsbedarf und Antriebsstrangsabstimmung 3. Bauformen, Anforderungen elektrischer Maschinen für Fahrzeugantriebe (Bauraum, technologische Aspekte, Fertigungsaspekte) 4. Feldorientierte Regelung umrichter gespeister elektrischer Traktionsmotoren 5. Systemvernetzung der Antriebskomponenten (Speicher, E-Motoren) für Funktionsverbund und Leistungsmanagement 6. Energieoptimale Betriebsstrategien des Systemverbundes 7. Leistungselektronische Stellglieder zur Leistungsflusssteuerung und zur Kopplung von Traktion- und Bordnetz 8. Bewertung erforderlicher Infrastrukturen, ganzheitliche Bilanzierung der Energieeffizienz					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • <i>Script zum Fach.</i> • Leonhard, W.: <i>Control of Electrical Drives</i>. 2nd Edition, Springer-Verlag, 1997. • Stan, C.: <i>Alternative Antriebe für Automobile</i>. Springer-Verlag, 2005. • Willumeit, H.-P.: <i>Modelle und Modellierungsverfahren in der Fahrzeugdynamik</i>. Teubner-Verlag, 1998. • Kirchner, E.: <i>Leistungsübertragung in Fahrzeuggetrieben</i>. Springer-Verlag, 2007. • Quang, N.P. ; Dittrich, J.-A.: <i>Praxis der feldorientierten Drehstromantriebsregelungen</i>. Expert-Verlag, 1998. • Guzzella, L. ; Sciarretta, A.: <i>Vehicle Propulsion Systems</i>. Springer-Verlag, 2005. • Fischer, R.: <i>Elektrische Maschinen</i>. 12. Auflage, Hanser-Verlag, 2004. • Kremser, A.: <i>Elektrische Maschinen und Antrieb</i>. 2. Auflage, Teubner-Verlag, 2004. • Vas, P.: <i>Sensorless Vector and Direct Torque Control</i>. Oxford University Press, 1998. • Murphy, J.M. ; Turnbull, F.G.: <i>Power Electronic Control of AC Motors</i>. Pergamon Press, 1700. • Schröder, D.: <i>Elektrische Antriebe Grundlagen</i>. 2. Auflage, Springer-Verlag, 2003. • Schröder, D.: <i>Elektrische Antriebe 2 Regelung von Antrieben</i>. Springer-Verlag, 1997. • Babel, G.: <i>Elektrische Antriebe in der Fahrzeugtechnik</i>. Vieweg-Verlag, 2007. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform		mündliche Prüfungsleistung	Vorleistung	Laborarbeit	
Empfohlene Module		Leistungselektronik			
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	120h	0h	180h

1.5. Leistungselektronik

Modulkürzel LEEL	ECTS 6	Sprache deutsch	Art/Semester Pflichtmodul, 1. Semester		Turnus nur Sommersemester
Modultitel Leistungselektronik					
Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität (1. Sem)					
Lernergebnisse Die Studierenden sind in der Lage, die wesentlichen Eigenschaften von leistungselektronischen Systemen für stationäre Anlagen und für die Elektro-Traktion zu bewerten bzw. zu berechnen durch:- Kenntnisse der aktuellen Leistungsbau-elemente- Kenntnisse der aktuellen Schaltungstopologien- Wissen über die Systemeinbindung dieser Schaltungen.- Wissen über die Beschreibung der Leistungsübergabe-Bedingungen zwischen LE-Systemen.					
Inhalt El. Leistungsdefinitionen für LE-Verbraucher Teilladung und Isolationen Anforderungen an Bauelemente der Leistungselektronik, Schalteigenschaften & Verluste Frequenzumrichter systeme Active Infeed Systeme Anwendungsbeispiele: Höchstleistungsstromrichter (z.B. HGÜ / HVDC,..) Multilevel Stromrichter Isolierte DC/DC Wandler					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • <i>Eigene Folienvorlagen.</i> • <i>Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe - Teil 1 bis Teil 3.</i> VDE Verlag, 1700. • Jäger, R. ; Stein, E.: <i>Leistungselektronik.</i> VDE Verlag, 1700. • Zach, Franz: <i>Leistungselektronik.</i> Springer-Verlag, 1700. • Schröder, Dierk: <i>Leistungselektronische Bauelemente.</i> Springer-Verlag, 1700. • Erickson, R. W., Maksimovic, D.: <i>Fundamentals of Power Electronics.</i> Springer-Verlag, 1700. • Kloss, Albrecht: <i>Oberschwingungen Netzurückwirkungen der Leistungselektronik.</i> VDE Verlag, 1700. • Moreno-Muñoz, Antonio (Ed.): <i>Power Quality Springer.</i> Springer- Verlag, 1700. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung	Laborarbeit	
Empfohlene Module		Leistungselektronik			
Aufbauende Module		Leistungselektronik, Photovoltaik, Elektromobilität			
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	120h	0h	180h

1.6. Photovoltaik

Modulkürzel PVOL	ECTS 6	Sprache deutsch	Art/Semester Pflichtmodul, 2. Semester		Turnus nur Wintersemester
Modultitel Photovoltaik					
Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität (2. Sem)					
Lernergebnisse Die Studierenden sind in der Lage, das Potenzial photovoltaischer Systeme für regenerative Energiewandlung zu nutzen durch:- Kenntnis der Funktionsweise und der Technologien von Solarzellen- Befähigung zur Anwendung von Simulationstools- Systemkompetenz auf dem Gebiet photovoltaischer Systeme					
Inhalt - Funktionsweise Solarzellen- Technologien für Solarzellen- Simulation von Solarzellen und Modulen- Solarelektronik (Laderegler, Wechselrichter)- Netzeinspeisung- Solare Inselssysteme					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • Martin Green: <i>Solar Cells.</i> , 1700. • Peter Würfel: <i>Physik der Solarzellen.</i> , 1700. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS)			
Prüfungsform		mündliche Prüfungsleistung	Vorleistung	Laborarbeit	
Empfohlene Module		Leistungselektronik			
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	120h	0h	180h

1.7. Projekt

Modulkürzel PROJ	ECTS 8	Sprache deutsch	Art/Semester Pflichtmodul, 1.,2. Semester		Turnus Sommer- und Wintersemester
Modultitel Projekt					
Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität (1./2. Sem)					
Lernergebnisse Die Studierenden sind in der Lage, das im Studium erworbene theoretische Wissen für die Praxis mit Berechnungen, Simulationen, Hardware-Aufbauten und Konzepten umzusetzen. Dies erfolgt durch: - Kenntnisse in der Auswahl geeigneter Plattformen und Tools zur Berechnung / Simulation - Befähigung zur programmiertechnischen Umsetzung von Algorithmen zur Analyse oder als Funktionsbestandteil in Geräten - Befähigung zum Aufbau von Hardware-Schaltungen - Wissen zur Erstellung von Planungskonzepten					
Inhalt Das 1. Semester dient der Recherche, Konzeption und einer erstentheoretischen des Projektthemas. Das 2. Semester dient der praktischen Umsetzung sowie der Dokumentation und Präsentation.					
Literaturhinweise Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform					
Prüfungsform	Bericht, Referat, mündliche Prüfungsleistung		Vorleistung	Studienarbeit	
Aufbauende Module					
Modulumfang	Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit	
	0h	240h	0h	240h	

2. Wahlpflichtmodule

2.1. Angewandte Thermodynamik

Modulkürzel ATHD	ECTS 5	Sprache deutsch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO		Turnus nur Sommersemester
Modultitel Angewandte Thermodynamik					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität					
Lernergebnisse Die Vorgehensweise in der Thermodynamik und die dazugehörigen Prinzipien der technischen Thermodynamik sollen verstanden werden. In Übungen sollen die gezeigten Prinzipien angewendet werden.					
Inhalt Exakte Grundlagen der Thermodynamik (Massenerhaltungssatz, Bewegungsgleichungen, Gleichung für das Temperaturfeld, Stoffgesetze, Ideale und reale Gase) Hauptsätze der Thermodynamik (Reversible und irreversible Systeme, Energieprinzip, Energiebilanz, Entropie, Gesamtentropie) Kreisprozesse (Anwendungen der Hauptsätze auf beliebige rechts- und linksläufige Kreisprozesse, Carnot-Kreisprozess, Nutzarbeit, thermischer Wirkungsgrad, Kälteziffer, Wärmeziffer, spezielle Kraft- und Arbeitsmaschinen, Wärmepumpen) Thermodynamik der reinen Stoffe (Phasenänderungen von Wasser, p, v, T-Diagramm, h, s-Diagramm, Anwendungen der Hauptsätze) Feuchte Luft. (Mischungen, Zustandsgrößen der feuchten Luft, Zustandsmessungen, Mollier h, x-Diagramm)					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • Cerbe, G. Hoffman, H.-J.: <i>Einführung in die Thermodynamik</i>. München: , 2002. • Frohn, A.: <i>Frohn, A. Einführung in die technische Thermodynamik</i>. Wiesbaden: , 1700. • Hahne, E.: <i>Technische Thermodynamik</i>. Bonn: , 1700. • <i>Eigenes Manuskript</i>. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (4 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung		
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	90h	0h	150h

2.2. EMV von Systemen

Modulkürzel EMVSYS	ECTS 5	Sprache deutsch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO		Turnus nur Wintersemester
Modultitel EMV von Systemen					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Elektrische und elektronische Baugruppen in modernen Steuerungs-, Regelungs- oder Produktionsanlagen, in Flugzeugen und Kraftfahrzeugen oder auch in Datenverarbeitungsanlagen weisen eine zunehmende Packungsdichte auf. Die räumliche Nähe elektronischer Baugruppen, die stetig steigenden Takt- und Datenraten digitaler Baugruppen und leitungsgebundener Kommunikationssysteme, die zunehmenden Taktraten geschalteter leistungselektronischer Baugruppen sowie die nahezu vollständige Ausnutzung des Frequenzspektrums bis in den GHz-Bereich hinein für Kommunikationsanwendungen per Funk führen zu stetig wachsenden Problemen der wechselseitigen elektromagnetischen Beeinflussung von elektrischen und elektronischen Baugruppen und Geräten. Daher müssen alle Geräte, die elektrische Komponenten enthalten, entsprechend dem EMV-Gesetz nach EMV-Gesichtspunkten entwickelt und geprüft werden. Dies gilt in besonderem Maße für den Bereich der Elektromobilität und die mit ihr verbundenen Themengebiete der Leistungselektronik.					
Lernergebnisse Die Studierenden sind in der Lage, EMV-Probleme von heterogenen Systemen zu analysieren und in ein EMV-gerechtes System-Design zu überführen. Hierzu besitzen sie <ul style="list-style-type: none"> • ein Überblickswissen zu den zentralen Problemfeldern in der EMV heterogener Systeme sowie in der EMV wichtiger Klassen von Subsystemen (leistungselektronische Systeme, schnelldigitale und mixed-signal Baugruppen, Bus-Systeme, Sensornetzwerke) • die Kenntnis der zentralen Prinzipien für ein EMV-gerechtes Design heterogener Systeme und • die Befähigung zum zielgerichteten Einsatz geeigneter messtechnischer Verfahren und Simulationsmethoden für die Identifikation von EMV-Problemen und die Verifikation von EMV-Maßnahmen 					
Inhalt Vorlesungsinhalt: <ol style="list-style-type: none"> 1. Grundlagen der EMV 2. Prinzipien der EMV-gerechten Systemauslegung 3. EMV-Messtechnik zur Analyse von EMV-Problemen in heterogenen Systemen 4. Verifikation von EMV-Maßnahmen mittels Simulationsmethoden 5. EMV von leistungselektronischen Systemen 6. EMV von schnellen Digitalsystemen und Mixed-Signal Baugruppen 7. EMV von Bus-Systemen und Sensornetzwerken 8. EMV für Militär- und Avionik-Systeme 9. Heterogene Systeme: Anwendungsbeispiele für ein EMV-gerechtes Design und die Lösung von EMV-Problemen Laborübungen zu den Themenbereichen Verifikation von EMV-Maßnahmen mittels Simulationsmethoden, EMV von leistungselektronischen Systemen, EMV von schnellen Digitalsystemen und Mixed-Signal Baugruppen sowie EMV von Bus-Systemen					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • <i>Manuskript zur Vorlesung.</i> • Ott, H.W.: <i>Electromagnetic Compatibility Engineering</i>. New York: Wiley, 2009. • Paul, C.R.: <i>Electromagnetic Compatibility</i>. New York: Wiley, 2006. • Franz, J.: <i>EMV - Störungssicherer Aufbau elektronischer Schaltungen</i>. Stuttgart: Teubner, 2006. • Williams, T.: <i>EMC for Product Designers</i>. Oxford: Newnes, 2007. • Schwab, A.: <i>Elektromagnetische Verträglichkeit</i>. Berlin: Springer, 2007. • Graham, M. ; Johnson, H.W.: <i>High Speed Digital Design A Handbook auf Black Magic</i>. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1993. • Graham, M. ; Johnson, H.W.: <i>High Speed Signal Propagation Advanced Black Magic</i>. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2003. • Erickson, R. ; Maksimovic, D.: <i>Fundamentals of Power Electronics</i>. New York: Springer, 2001. • Thumm, M.; Wiesbeck, W.: <i>Hochfrequenzmesstechnik</i>. Stuttgart: Teubner, 1998. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (4 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)		Vorleistung	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit

	60h	90h	0h	150h
--	-----	-----	----	------

2.3. Energiewirtschaft

Modulkürzel ENWI	ECTS 6	Sprache deutsch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO		Turnus Sommer- und Wintersemester
Modultitel Energiewirtschaft					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs					
Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden					
Fachkompetenz:					
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage, die Funktionsweise der Energiewirtschaft und das zu Grunde liegenden Rollenmodell zu verstehen. • Sie können Energie-, Finanz- und Informationsströme getrennt wahrnehmen und deren Zusammenwirken nachvollziehen • Die Studierenden erarbeiten selbständig den Einfluss fluktuierender regenerativer Energiesysteme auf den Energiemarkt 					
Methodenkompetenz:					
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung einfacher Marktmodelle • Analyse von Zeitreihen der Energienutzung und der Einspeisung • Beantwortung eigener Fragestellung mit Hilfe der erstellten Marktmodelle 					
Sozial- und Selbstkompetenz:					
<ul style="list-style-type: none"> • Teamarbeit durch Bearbeiten konkreter Problemstellungen in Kleingruppen 					
Inhalt					
Der Erwerb der genannten Kompetenzen und Fähigkeiten erfolgt durch Behandlung folgender Themen:					
<ul style="list-style-type: none"> • Zieldreieck der nachhaltigen Energieversorgung • Energiewirtschaft und Klimawandel • Funktion von liberalisierten Energiemärkten • Rollenmodell der Energiewirtschaft • Preisbildung an Energiemärkten • Merit Order Effekte regenerativen Energiesysteme • Bilanzkreismanagement • Verträge • Geschäftsprozesse • Einspeiseprofile von Solar und Windkraftanlagen • Energiemeteorologie • Laborübungen • Projektarbeit 					
Literaturhinweise					
<ul style="list-style-type: none"> • Crastan, V.: <i>Elektrische Energieversorgung 2</i>. Springer, 1700. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (4 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung		
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	120h	0h	180h

2.4. Physikalische Methoden

Modulkürzel PHYM	ECTS 6	Sprache englisch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO		Turnus nur Sommersemester
Modultitel Physikalische Methoden					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs					
Lernergebnisse Die Studierenden können die wissenschaftlichen Grundlagen verschiedener physikalisch-instrumenteller Verfahren zur Material-, Kristallstruktur- und Oberflächenanalyse verstehen und ihre Anwendung bei unterschiedlichen Fragestellungen evaluieren. Sie können die Möglichkeiten beurteilen, mittels Licht, Elektronen und Ionen Messungen und Materialbearbeitungen durchzuführen.					
Inhalt Grundlagen der Materialanalyse und Oberflächenverfahren; Überblick über verschiedene Analysemethoden und deren Anwendungen in der Entwicklung, Produktion und Qualitätssicherung; Mikroskopie; optische Spektrometrie; Röntgenanalyse; Elektronenmikroskopie, Rastertunnel- und Rasterkraftmikroskopie; Ultraschallverfahren; Massenspektrometrie; Ramanspektrometrie; Laserprinzipien und -anwendungen					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • Horst Czichos, Tetsuya Saito, Leslie Smith (Eds.): <i>Springer Handbook of Materials Measurement Methods</i>. Springer, 2006. • Peter W. Hawkes, John C. H. Spence: <i>Science of Microscopy</i>. Springer, 2007. • Jörg Haus: <i>Optische Mikroskopie: Funktionsweise und Kontrastierverfahren</i>. Wiley, 2014. • Dieter Meschede: <i>Optik, Licht und Laser</i>. Vieweg+Teubner, 2008. • Susanne Kühn, Alexander Linnemann: <i>Grundlagen der Licht- und Elektronenmikroskopie</i>. UTB GmbH, 2017. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (4 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung		
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	120h	0h	180h

2.5. Seminar zu aktuellen Technologien auf dem Gebiet der regenerativen Energien

Modulkürzel TREE	ECTS 5	Sprache deutsch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO		Turnus nur Sommersemester
Modultitel Seminar zu aktuellen Technologien auf dem Gebiet der regenerativen Energien					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität					
Lernergebnisse Die Studierenden sind in der Lage, das Potenzial regenerativer Energien einzuschätzen und zu nutzen durch:- Kenntnis aktueller Forschungsergebnisse- Überblickswissen auf dem Gebiet regenerativer Energien- Einblick in industrielle Fragestellungen- Teilnahme an Messen / Tagungen					
Inhalt - Aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet regenerativer Energien- Industrielle Fragestellungen- Systemische Randbedingungen					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • <i>Progress in Photovoltaics</i>. In: Research and Applications. (1700). • <i>Solar Energy Materials & Solar Cells</i>. In: . (1700). Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Seminar (4 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung		
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		30h	120h	0h	150h

2.6. Sensorik und Energy Harvesting

Modulkürzel SENH	ECTS 6	Sprache deutsch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO		Turnus nur Wintersemester
Modultitel Sensorik und Energy Harvesting					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität					
Lernergebnisse Die Studenten sollen Sensoren von der Funktion her verstehen, für Systemsimulationen modellieren können, in Betrieb nehmen können. Die Studenten sollen die unterschiedlichen Prinzipien von Systemen zum Energy Harvesting und die Anwendungsbereiche kennen lernen					
Inhalt Sensoren in der Automatisierungstechnik, im KFZ und bei der Energiegewinnung und -verteilung: Funktionsprinzip, Anwendung, Modellierung Digitalisierung von Sensorsignalen Energy Harvesting: Funktionsprinzipien, Anwendungen					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • Hesse, Schnell: <i>Sensoren für die Prozess- und Fabrikautomation</i>. Vieweg Verlag, 2004. • Schrüfer: <i>Elektrische Messtechnik</i>. Hanser, 2007. • K. Dembrowski: <i>Energy Harvesting für die Mikroelektronik</i>. VDE-Verlag, 1700. • Shashank Priya, Daniel J. Inman: <i>Energy Harvesting Technologies</i>. Springer, 1700. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (4 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung		
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	120h	0h	180h

2.7. Systemtheorie

Modulkürzel SYTH	ECTS 5	Sprache deutsch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO		Turnus nur Sommersemester
Modultitel Systemtheorie					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität					
Lernergebnisse Die Studierenden sind in der Lage, Probleme der Systemdynamik mit den aus der Kybernetik bekannten Methoden zu formulieren und Lösungsansätze zu erarbeiten. Die Studierenden kommen aus den Disziplinen des Maschinenbaus und der Energietechnik. Sie erlernen das Vokabular der Systemtheorie und die in Studiengängen der Elektrotechnik üblicherweise erworbene Lösungskompetenz für Probleme aus den Gebieten Systemdynamik und Signaltheorie. Sie erwerben die Fähigkeit, einfache Systeme durch mathematische Modelle zu beschreiben und Simulationen auszuführen.					
Inhalt 1. Einführung in Systemtheorie und Signaltheorie 2. Beschreibung von Systemen und Signalen im Zeitbereich (Differentialgleichung, Differenzgleichung, Faltungsintegral, Abtasten) 3. Beschreibung von Systemen im Frequenzbereich (Fourierreihe, Fourier-Transformation, Laplace-Transformation, z-Transformation)					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • <i>Eigenes Skript Systemtheorie.</i> • <i>Eigenes Kompendium Systemtheorie.</i> • Scheithauer: <i>Signale und Systeme.</i> Stuttgart: Teubner-Verlag, 1998. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung (4 SWS)			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung		
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	90h	0h	150h

2.8. Webtechnologien und Datenmanagement

Modulkürzel WTP	ECTS 6	Sprache deutsch	Art/Semester Wahlpflichtmodul, siehe StuPO		Turnus nur Wintersemester
Modultitel Webtechnologien und Datenmanagement					
Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul Elektrische Energiesysteme und Elektromobilität					
Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Informationen und Informationsflüsse basieren in der modernen Wirtschaft auf Web- und Datenbanktechnologien. Hierfür bietet das Modul folgende Qualifikationen:- Grundlagenkenntnisse in den verwendeten Technologien- Fähigkeit zur Umsetzung eines datenbankbasierten interaktiven Web-Auftritts- Verständnis der zugrundeliegenden Architekturen					
Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:- verteilte, webbasierte Internet-Anwendungen skizzieren und beschreiben- Client- und Serverseitige Web-Anwendungen benennen und anwenden- Webarchitekturen und Webanwendungen analysieren- Aufbau und Funktionsweise von Datenbanken verstehen- Datenbanksysteme selbständig entwerfen und umsetzen- Entwicklungstools zum Datenbankentwurf mit Web-Anbindung einsetzen- das Zusammenspiel von Internet, Web und Datenbanken erklären und verstehen					
Inhalt Teil 1: World Wide Web als verteiltes System - Internet als Kommunikations-Infrastruktur- World Wide Web: Architekturen, Konzepte und Technologien- Beschreibungs- und Programmiersprachen für das Web Teil 2: Datenmanagement über's Web - Entwurf des Konzepts mit Entity Relationship/UML Modellen- Relationales Datenbankmodell und Normalformen- Web-Anbindung von Datenbanken mit modernen Techniken wie Model View Controller Ansatz					
Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • Skriptum. • Literatur- und Link-Liste auf Homepage.. • Bauer, G.: <i>Architekturen für Web-Anwendungen</i>. Wiesbaden: Vieweg + Teubner, 2009. • Sebesta, R. W.: <i>Programming the World Wide Web</i>. 5th Ed., Pearson, 2009. • Tanenbaum, A.S.; Van Steen, M.: <i>Verteilte Systeme</i>. 2. Aufl., Pearson Studium, 2008. • Kemper, Eickler: <i>Datenbanksysteme - Eine Einführung</i>. Oldenbourg- Verlag, 2005. • Morsy H.; Otto, T.: <i>Ruby on Rails 3: Das Entwickler Handbuch</i>. Galileo Computing, 2010. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.					
Lehr- und Lernform		Vorlesung, Labor			
Prüfungsform		Klausur (90 min)	Vorleistung	Laborarbeit	
Aufbauende Module					
Modulumfang		Präsenzzeit	Selbststudium	Praxiszeit	Gesamtzeit
		60h	120h	0h	180h