

Hochschule München  
University of Applied Sciences

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik  
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology

# Master Elektrotechnik

04.09.2017

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1/2: Angewandte Stochastik</b>	<b>4</b>
<b>1/2: Felder und Wellen</b>	<b>6</b>
<b>1/2: Qualitätssicherung, Zuverlässigkeit und Sicherheit technischer Systeme</b>	<b>8</b>
<b>1/2: Seminar Systeme</b>	<b>10</b>
<b>1/2: Simulation dynamischer Systeme</b>	<b>12</b>
<b>1/2: Verteilte Systeme</b>	<b>14</b>
<b>1/2: Werkstoffe und Elektroniktechnologie</b>	<b>16</b>
<b>1/2: Zustandsregelungen</b>	<b>19</b>
<b>3: Masterarbeit Elektrotechnik</b>	<b>21</b>
<b>1/2: Auslegung und Optimierung optischer Übertragungssysteme</b>	<b>23</b>
<b>1/2: Autonome Systeme und mobile Roboter</b>	<b>25</b>
<b>1/2: Batterien und Brennstoffzellen</b>	<b>27</b>
<b>1/2: Bildgebende Untersuchungsverfahren</b>	<b>29</b>
<b>1/2: Business English and Intercultural Skills</b>	<b>31</b>
<b>1/2: Cyber Physical Systems</b>	<b>34</b>
<b>1/2: Digitale Regelung</b>	<b>36</b>
<b>1/2: Digitale Signalverarbeitung auf FPGAs</b>	<b>38</b>
<b>1/2: Electronic Design Automation</b>	<b>40</b>
<b>1/2: Elektrische Antriebe</b>	<b>42</b>
<b>1/2: Elektroakustik und Audiotechnik</b>	<b>44</b>
<b>1/2: Entwurf elektrischer Antriebssysteme</b>	<b>46</b>
<b>1/2: Fakultätsübergreifendes interdisziplinäres Projekt</b>	<b>48</b>
<b>1/2: Fehlersicherung und Codierung</b>	<b>50</b>
<b>1/2: Fieldbus Systems</b>	<b>52</b>
<b>1/2: Fortgeschrittene Verfahren der Bildverarbeitung</b>	<b>54</b>
<b>1/2: Human Machine Interfaces</b>	<b>56</b>
<b>1/2: Internet-Technologie</b>	<b>58</b>
<b>1/2: Konstruktion/Computer Aided Design</b>	<b>60</b>
<b>1/2: Kryptologie</b>	<b>62</b>
<b>1/2: Laststeuerung mit Hochleistungselektronik</b>	<b>64</b>
<b>1/2: Maschinelles Lernen und Deep Learning</b>	<b>66</b>
<b>1/2: Mechatronische Systeme</b>	<b>68</b>

<b>1/2: Nachhaltige Energiesysteme</b>	<b>70</b>
<b>1/2: Netzbetrieb und Smart Grids</b>	<b>72</b>
<b>1/2: Netzintegration regenerativer Energiesysteme</b>	<b>74</b>
<b>1/2: Netzstörungen und Versorgungssicherheit</b>	<b>76</b>
<b>1/2: Projekt Angewandte Forschung I</b>	<b>78</b>
<b>1/2: Projekt Angewandte Forschung II</b>	<b>80</b>
<b>1/2: Projekt Autonome Systeme</b>	<b>82</b>
<b>1/2: Projekt Elektrische Fahrzeugantriebe</b>	<b>84</b>
<b>1/2: Projekt Energieeffizienz und Energieoptimierung</b>	<b>86</b>
<b>1/2: Projekt Kommunikationstechnik und mobile Anwendungen</b>	<b>88</b>
<b>1/2: Projekt Mechatronik</b>	<b>90</b>
<b>1/2: Projekt Technische Informatik</b>	<b>92</b>
<b>1/2: Ringvorlesung Elektromobilität</b>	<b>94</b>
<b>1/2: Robotik</b>	<b>95</b>
<b>1/2: Sensorik</b>	<b>97</b>
<b>1/2: Software Defined Radio</b>	<b>99</b>
<b>1/2: Symmetric Matrices</b>	<b>101</b>
<b>1/2: Synchronisation und Frequenzsynthese</b>	<b>103</b>

# Angewandte Stochastik

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Angewandte Stochastik
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. habil. Nils Rosehr

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Angewandte Stochastik
<b>Englischer Titel</b>	Applied Stochastics
<b>Kürzel</b>	EL102 – Pflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. habil. Nils Rosehr
<b>Semesterwochenstunden</b>	4
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht (4 SU)
<b>Studienbelastung</b>	56 SU + 94 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. habil. Nils Rosehr (Modulverantw.), Dr. Helmut Kahl

## Empfohlene Voraussetzungen

-

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden

- können die wichtigsten Begriffe aus der Stochastik und insbesondere auch aus der Wahrscheinlichkeitstheorie und Kenngrößen mit deren üblichen Namen und Bedeutung, Grenzen und Anwendungsfällen in der Elektro- und Informationstechnik anwenden
- können die grundlegenden Methoden zur Analyse stochastischer Prozesse (zeitdiskret und analog) im Hinblick auf konkrete Anwendungen beurteilen
- können reale Problemstellungen mittels stochastischer Methoden analysieren, modellieren und die Ergebnisse beurteilen (Prinzipien der Modellierung)
- kennen verschiedene Testverfahren und können sie je nach Einsatz kritisch bewerten und empfehlen
- können Fragestellungen aus Vorgängen mit stochastischem Verhalten durch Auswahl und Einsatz geeigneter Software analysieren, lösen, und die Ergebnisse kritisch beurteilen

## Inhalt

- Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung (Häufigkeit, Histogramm, WK-Dichtefunktion, bedingte Wahrscheinlichkeiten)
- statistische Verteilungen und deren Anwendung in der Elektrotechnik und Informationstechnik

- Zufallsvariablen, (stetige, diskrete)
- Stochastische Prozesse & ergodische Prozesse
- Lösung von konkreten elektrotechnischen und informationstechnischen Fragestellungen aus dem Bereich der Stochastik

### **Literatur**

Henze: Stochastik für Einsteiger, Vieweg Verlag

Beichelt/Montgomery: Teubner-Taschenbuch der Stochastik, Teubner Verlag

Waldmann/Stocker: Stochastische Modelle, Springer-Verlag

Prof. Kahl: online-Skript

### **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Prüfung, 90 min

# Felder und Wellen

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Felder und Wellen
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. habil. Norbert Geng

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Felder und Wellen
<b>Englischer Titel</b>	Fields and Waves
<b>Kürzel</b>	EL101 – Pflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. habil. Norbert Geng
<b>Semesterwochenstunden</b>	4
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht (4 SU)
<b>Studienbelastung</b>	56 SU + 94 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. habil. Norbert Geng (Modulverantw.), Dr. Klaus-Georg Rauh

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse zu Feldern (z.B. aus Grundlagen Elektrotechnik oder Physik) und zur höheren Mathematik (z.B. Vektorrechnung, Integration, Differentialgleichungen)

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen die physikalischen Grundlagen und Phänomene, die zugehörigen mathematischen Methoden und die technischen Anwendungen der elektromagnetischen Feldtheorie und methodisch verwandter Gebiete der Physik. Dazu gehören neben statischen und quasi-stationären Feldern insbesondere auch dynamische Felder (z.B. Skin-/Proximity-Effekt, Wellenausbreitung) und deren mathematische Beschreibung. Sie kennen und verstehen die z.B. in Software-Programmen verwendete Notation (Nabla-Operator, Normalenableitung, verschiedene Typen von Randbedingungen). Den Studierenden ist der Zusammenhang der Maxwell-Gleichungen mit grundlegenden Erhaltungssätzen der Physik (Ladungserhaltung und Energieerhaltung) bewusst.

Die Studierenden sind in der Lage, elektrotechnische Probleme mit den Mitteln der elektromagnetischen Feldtheorie zu analysieren. Sie können damit noch einfache (z.B. hochsymmetrische) Probleme analytisch lösen und basierend darauf integrale Größen (z.B. Widerstand, Kapazität, Induktivität) ermitteln. Sie sind in der Lage, Phänomene zeitabhängiger Felder (z.B. Skin-Effekt, Reflexion und Transmission von Wellen, Ausbreitung in Hohlleitern, Abstrahlung) mathematisch zu beschreiben und quantitative Rückschlüsse zu ziehen.

Die erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten zu den Grundlagen und den mathematischen Methoden der Feldtheorie sind unverzichtbar für die Lösung feldtheoretischer Probleme mittels numerischer Verfahren (wie z.B. FEM oder FDTD) sowie die Interpretation der zugehörigen Ergebnisse im Frequenz- oder Zeitbereich.

## Inhalt

### Mathematische Beschreibung:

Vektorrechnung, Koordinatensysteme, Linien-/Flächen-/Volumenintegration, Satz von Gauß, Satz von Stokes, Divergenz, Rotation, Gradient, Nabla- und Laplace-Operator, Tensorrechnung, Lösung partieller DGL inkl. Anfangs-/Randbedingungen

**Elektrostatik:**

Ladung, Coulomb-Gesetz, Skalar- und Vektorfelder, elektrische Feldstärke, elektrische Flussdichte, Potential, Spannung, Grenzbedingungen, Kapazität, elektrische Energie und Energiedichte, Laplace- und Poisson-Gleichung

**Stationäres Strömungsfeld:**

Stromstärke, Stromdichte, Beweglichkeit, Leitfähigkeit, Ladungserhaltung, Grenzbedingungen, Widerstand, Leistung und Leistungsdichte, Laplace-Gleichung

**Magnetostatik:**

magnetische Feldstärke und Flussdichte, magnetischer Fluss, Quellenfreiheit, Kraftwirkungen, Magnetfelder in Materie, Durchflutungsgesetz, Grenzbedingungen, Induktivität, magnetische Energie/Energiedichte, magnetisches Vektorpotential, Gesetz von Biot-Savart

**Elektrodynamik:**

Verschiebungsstrom, Verschiebungsstromdichte, Faradaysches Induktionsgesetz, Wirbelströme, Skin-Effekt (Stromverdrängung), Proximity-Effekt, vollständiger Satz der Maxwell-Gleichungen, elektromagnetische Wellen (u.a. Wellengleichung, Kugelwellen, homogene TEM-Welle, Reflexion und Transmission, Phasen- und Gruppengeschwindigkeit, Poynting-Vektor und Energieerhaltung, geführte EM-Wellen auf Leitungen und in Hohlleitern, Abstrahlung mittels Antennen)

**Beispiele für weitere Felder und Wellen in der Physik:**

z.B. aus Kontinuumsmechanik, Thermodynamik oder Akustik

**Literatur**

H. Henke: Elektromagnetische Felder, Springer, Berlin, 2015

C.A. Balanis: Advanced Engineering Electromagnetics, John Wiley and Sons, 2012

P. Leuchtman: Einführung in die elektromagnetische Feldtheorie, Pearson, 2005

K. Simonyi: Theoretische Elektrotechnik, VEB Verlag der Wissenschaften, 1993

G. Strassacker: Rotation, Divergenz und Gradient: Einführung in die elektromagnetische Feldtheorie, Springer Vieweg, 2014

**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Qualitätssicherung, Zuverlässigkeit und Sicherheit technischer Systeme

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Qualitätssicherung, Zuverlässigkeit und Sicherheit technischer Systeme
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Helmut Kahl

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Qualitätssicherung, Zuverlässigkeit und Sicherheit technischer Systeme
<b>Englischer Titel</b>	Quality Control, Reliability and Safety of Technical Systems
<b>Kürzel</b>	EL204 – Pflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Helmut Kahl
<b>Semesterwochenstunden</b>	4
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (3 SU + 1 UE/PR)
<b>Studienbelastung</b>	42 SU + 14 UE/PR + 94 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Helmut Kahl (Modulverantw.), Dr. Manfred Gerstner

## Empfohlene Voraussetzungen

-

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse aus der schließenden Statistik, insbesondere Schätz- und Testtheorie, Lebensdauerverteilungen, Grundbegriffe aus Qualitätsmanagement, Qualitätssicherung und Zuverlässigkeitstheorie. Die Studierenden beherrschen den sicheren Umgang mit Schätz- und Testverfahren zur Beurteilung der bei Fertigungs- und Abnahmekontrollen eingesetzten Prüfverfahren, z.B. Bestimmung der Testparameter bei sequentiellen Tests oder von Prüfplänen, sowie die Berechnung der Lebensdauer und der Intaktwahrscheinlichkeit einzelner Module und ganzer Systeme.

Die Studierenden sind vertraut mit dem Themenkomplex „Funktionale Sicherheit“ und den wichtigsten Normen aus diesem Bereich (z.B. IEC 61508, ISO 13849, ISO 26262). Sie kennen die wichtigsten Methoden zur Beherrschung bzw. Vermeidung von Fehlern.

## Inhalt

Lebensdauerverteilungen, spezielle Verteilungen für Schätz- und Testtheorie, Parameterschätzungen, Konfidenzintervalle, Signifikanztests, sequentielle Tests, Einsatz statistischer Methoden bei verschiedenen Stufen des Produktionsprozesses, Zuverlässigkeit von Systemen, Normen zur Funktionalen Sicherheit, Methoden zur Vermeidung bzw. Beherrschung von Fehlern (z.B. Vermeidung systematischer Fehler in der Entwicklung, Überwachung im laufenden Betrieb, Beherrschung erkannter Fehler, Übergang in einen als sicher definierten Zustand etc.)

## Literatur

F.E. Beichelt, D.C. Montgomery: Teubner-Taschenbuch der Stochastik, Teubner Verlag



A.H. Haddad: Probabilistic systems and random signals, Pearson Prentice Hall

R. Storm: Wahrscheinlichkeitsrechnung, Mathematische Statistik, Statistische Qualitätskontrolle, Fachbuchverlag Leipzig

David J. Smith, Kenneth G. L. Simpson: Functional Safety. A Straightforward Guide to Applying IEC 61508 and Related Standards. 2nd edition. Elsevier / Butterworth-Heinemann, Amsterdam, 2004

Peter Löw, Roland Pabst, Erwin Petry: Funktionale Sicherheit in der Praxis. Anwendung von DIN EN 61508 und ISO/DIS 26262 bei der Entwicklung von Serienprodukten. dpunkt.Verlag, Heidelberg 2010

Martin Hillenbrandt: Funktionale Sicherheit nach ISO 26262 in der Konzeptphase der Entwicklung von Elektrik/Elektronik Architekturen von Fahrzeugen, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, 2012

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Prüfung, 90 min

## Seminar Systeme

### Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Seminar Systeme
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Manfred Gerstner

### Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Seminar Systeme
<b>Englischer Titel</b>	Seminar on Systems
<b>Kürzel</b>	EL202 – Pflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Manfred Gerstner
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	3 SE (Seminar, Präsentationen, Referate)
<b>Studienbelastung</b>	42 SE + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

### Dozent(inn)en

Dr. Manfred Gerstner (Modulverantw.), Dr. Michael Dippold, Dr. Jürgen Rackles

### Empfohlene Voraussetzungen

-

### Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden haben ein Verständnis für die Wirkungsweise komplexer vernetzter Systeme und kennen aktuelle technische und wirtschaftliche Entwicklungen auf dem Gebiet komplexer Systeme und Geräte.

Sie sind in der Lage, sich in unbekannte, wissenschaftlich anspruchsvolle Fragestellungen einzuarbeiten, eine wissenschaftliche Abhandlung zu einem ihnen zuvor unbekanntem Thema zu verfassen, die zentralen Thesen in einigen wenigen prägnanten Sätzen zu formulieren und einen wissenschaftlichen Vortrag zu halten. Die Studierenden können sich in kurzer Zeit so tief in ein neues Themenfeld einarbeiten, dass sie sich dazu einer vertieften Diskussion stellen können.

### Inhalt

Behandlung aktueller Fragestellungen in Bezug auf komplexe Systeme und Geräte. Methoden und Verfahren zur Beschreibung, Modellierung und Simulation dynamischer Systeme. Betrachtung der Besonderheiten solcher Systeme wie dynamische Einflussgrößen, Rückkopplungsschleifen, Stabilität bzw. Instabilität.

Die konkreten Fragestellungen werden zu Beginn des Semesters bekannt gegeben und auf die Teilnehmer des Moduls verteilt.

### Literatur

wird (abhängig von den konkreten Aufgabenstellungen) zu Beginn des Semesters bekannt gegeben

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** 10- bis 20-seitige Seminararbeit (Gewicht 30%) und 20- bis 30-minütiger Vortrag inklusive Thesenpapier (Gewicht 70%) (siehe auch SPO)

# Simulation dynamischer Systeme

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Simulation dynamischer Systeme
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Monika Mühlbauer

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Simulation dynamischer Systeme
<b>Englischer Titel</b>	Simulation of Dynamic Systems
<b>Kürzel</b>	EL203 – Pflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Monika Mühlbauer
<b>Semesterwochenstunden</b>	4
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (3 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	42 SU + 14 PR + 94 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Simulationstools, Tafel, Beamer, Flipchart, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Monika Mühlbauer (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Mathematische Kenntnisse z.B. zu Differentialgleichungen und Numerik, die einem ingenieurwissenschaftlichen Studium nach dem Bachelor entsprechen

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

*Fachkompetenzen:* Im Entwicklungsprozess von komplexen, dynamischen Systemen sind Simulationen aus keiner Phase (Konzept, Design, Test) mehr wegzudenken. Die Vielfalt an Anforderungen und Aufgaben spiegelt sich direkt in einer Vielfalt an Simulationswerkzeugen und (mathematischen) Modellierungsmethoden. Nach dem Besuch dieses Moduls finden die Studierenden sich darin zurecht, sie kennen und verstehen die wesentlichen Begriffe und Grundprinzipien. Sie sind in der Lage abhängig von der konkreten Aufgabenstellung geeignete Methoden kritisch auszuwählen und anzuwenden (z.B. signalflussorientierte / objektorientierte Modellierung, Zustandsautomaten, FEM). Sie wissen um die Grenzen der verschiedenen Verfahren und kennen zugehörige, exemplarische Werkzeuge (z.B. Dymola, Matlab/Simulink, Multiphysics-Tool, ). Mit deren Hilfe sind die Studierenden in der Lage das dynamische Verhalten von Systemen zu analysieren und zu interpretieren, sie können erste Modelle selbst erstellen.

*Methodenkompetenz:* Als Grundlage der Modellierung lernen die Studierenden Fragestellungen strukturiert anzugehen und zu analysieren. Die Inhalte und Übungen des Moduls sind nicht auf eine bestimmte Fachdisziplin beschränkt.

*Selbstkompetenz:* Die Studierenden werden insbesondere durch begleitende Übungen befähigt, die Inhalte selbstständig zu erschließen und problemorientiert einzusetzen.

*Sozialkompetenz:* Das Modul befähigt die Studierenden dazu, die Inhalte in entsprechenden Fachgesprächen mit Peers und unterschiedlichen Experten im Bereich Simulation diskutieren zu können.

## Inhalt

- Komponenten-orientierte Modellierung (auf der Basis von differential-algebraischen Gleichungssystemen): Finite Differenzen Methode als numerisches Lösungsverfahren, objekt-orientierte Modellierung mit Modelica (Dymola) im Unterschied zu signalfluss-orientierter Modellierung z.B. in Matlab Simulink
- Räumlich aufgelöste Modellierung (auf der Basis von partiellen Differentialgleichungen): Finite Elemente und Finite Volumen Methode
- Datengetriebene Modellierung (Regression)
- Zustandsautomaten

Die Themen werden anhand konkreter Beispiele erarbeitet und in begleitenden Übungen von den Studierenden vertieft.

## Literatur

- H.J. Bungartz, S. Zimmer, M. Buchholz, D. Pücker: Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung, Springer, 2009
- P. Junglas: Praxis der Simulationstechnik, Europa Lehrmittel, 2014
- P. Beater: Modellbildung und Simulation technischer Systeme mit Modelica 3: Eine kurze Einführung für Ingenieure und Studenten, BoD - Books on Demand, 2016
- ...

## Prüfung

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Verteilte Systeme

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Verteilte Systeme
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Rainer Seck

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Verteilte Systeme
<b>Englischer Titel</b>	Distributed Systems
<b>Kürzel</b>	EL201 – Pflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Rainer Seck
<b>Semesterwochenstunden</b>	4
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (3 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	42 SU + 14 PR + 94 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Rainer Seck (Modulverantw.), Dr. Manfred Paul, LBA Walter Tasin M. Sc.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse in der objektorientierten Programmierung, der Programmiersprache C++ und Java, Kenntnisse zu Rechnernetzen und Internetprotokollen

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse über verteiltes Problemlösen, den Aufbau und die Struktur verteilter Systeme und Anwendungen. Sie verstehen die Übertragung von Daten an verschiedene, räumlich getrennte Stellen und die Speicherung von Daten an verschiedenen Stellen für bessere Speicherauslastung, erhöhte Verfügbarkeit sowie erhöhte Sicherheit.

Sie sind in der Lage, die Aufteilung stoßweise anfallender Aufgaben/Lasten auf verschiedene Rechner zu verteilen, um eine gleichmäßige Auslastung verschiedener Ressourcen zu erreichen sowie Aufgaben in Teilaufgaben zu zerlegen, um verringerte Antwortzeiten zu erhalten. Die Studierenden kennen Methoden zur zentrale Störungserkennung und -behebung.

Sie kennen erweiterte theoretische Grundlagen und sind in der Lage, das theoretische Wissen zu allgemeinen verteilten Systemen in der Praxis auf neuartige Fragestellungen anzuwenden.

## Inhalt

Verteiltes Problemlösen: Grundprinzipien, Workflow- und Agentensysteme

Kommunikation in verteilten Systemen: Globale Zeit, Anwendungs-Synchronisation, Sicherheits- und Authentifizierungsaspekte, Kryptographie.

Architektur von verteilten Systemen:

- Remote Procedure Call und seine Anwendung,
- Entwurf von verteilten Anwendungen,

- Methoden für verteilte Anwendungen,
- Verteilte Datei-Dienste,
- Objektorientierte verteilte Systeme

## **Literatur**

G. Bengel, C. Baun, M. Kunze, K.-U. Stucky: Masterkurs Parallele und Verteilte Systeme - Grundlagen und Programmierung von Multicoreprozessoren, Multiprozessoren, Cluster und Grid, Vieweg+Teubner, 2008  
A. S. Tanenbaum, M. van Steen: Verteilte Systeme - Prinzipien und Paradigmen, Pearson Studium, 2007  
J. Dollimore, T. Kindberg, G. Coulouris: Distributed Systems - Concepts and Design, Addison Wesley, 2005

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Werkstoffe und Elektroniktechnologie

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Werkstoffe und Elektroniktechnologie
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Michael Hiebel

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Werkstoffe und Elektroniktechnologie
<b>Englischer Titel</b>	Materials and Electronics Technology
<b>Kürzel</b>	EL104 – Pflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Michael Hiebel
<b>Semesterwochenstunden</b>	4
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (3 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	42 SU + 14 PR + 94 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Michael Hiebel (Modulverantw.), Dr. Gregor Feiertag

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlagen der Werkstoffkunde

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse über Herstellung, Aufbau, Modifikation und Fertigungsverfahren der in der Elektronik eingesetzten Kunststoffe, insbesondere organische Leiterplatten und Verbundwerkstoffe.

Die Studierenden verstehen die wichtigsten Zusammenhänge zwischen den Trends in der MEMS-Sensorik und den Entwicklungen bei MEMS-Fertigungstechnologien. Sie können dadurch die weitere Entwicklung abschätzen und die Sensoren anwendungsgerecht einsetzen.

Die Studierenden können die verschiedenen Wärmetransportmechanismen unterscheiden, sie gezielt im Kontext der Elektronikindustrie einsetzen und dimensionieren. Sie können kritische Bereiche (Hot-Spots) bereits in der Entwicklung durch Finite-Elemente-Simulation oder IR-Messungen erkennen und situationsbezogene Gegenmaßnahmen einleiten.

Die Studierenden können für eine vorgegebene Anwendung die in ihren technischen Eigenschaften am besten geeignete Displaytechnologie benennen.

Die Studierenden können ausgehend von den Standardmodellen für Leitungsgebundene Störungen und Störfelder typische EMV-Problemstellen in einem Geräteaufbau benennen und erste Vorschläge für eine Verbesserung ableiten.

## Inhalt

### Polymere:

Herstellung und makromolekularer Aufbau, Modifikation von Polymeren, Mechanische Eigenschaften und Messverfahren für Polymere, Verbundwerkstoffe, Anpassung der thermischen Ausdehnung, Elektrisch leitfähiger Kunststoff, Wärmeleitender Kunststoff, Haftung - Kleben, Stofftransport, Verarbeitung



**Mikrosystemtechnik:**

Verfahren zur Herstellung mikromechanischer Sensoren: Abscheiden von Schichten, Strukturierung mit Photolithographie, isotropes und anisotropes Ätzen, Bonden und Vereinzeln von Wafern sowie Gehäusung. Funktion und Aufbau von Inertialsensoren und Drucksensoren.

**Wärmemanagement:**

Grundlegende Zusammenhänge, Wärmetransportmechanismen (Wärmeleitung, Wärmeübergang/Konvektion, Aggregatzustandsänderung, Wärmepumpenmechanismen, Wärmestrahlung), Dynamische Wärmeleitpfade (Ein-/Ausschaltverhalten, gepulster Betrieb, mehrere Zeitkonstanten), Messung und Parameterextraktion, Mehrdimensionale Wärmeleitpfade, Berechnungen an SMD-Technik und Leiterplatten mittels Finite-Elemente-Methode, Mechanik der Wärmeausdehnung und Designkonsequenzen, Thermische Arbeitspunktstabilität.

**Displaytechnologie:**

Spezifikation und wesentliche Parameter eines Displays, Überblick wichtiger Technologien für Displays (CRT, LCD, PMLCD, AMLCD, TFT, LED, OLED, Quantenpunkt LED-Anzeigen, Plasmascreens, Elektrophorese-Displays), Touchscreen-Technologien (resistiver Touchscreen, kapazitiver Touchscreen), Dreidimensionale Anzeigetechniken, Werkstoffanwendungen für Displays (anisotropes Leitleben, Fertigung transparenter Elektroden)

**EMV-gerechte Konstruktion von Baugruppen und Gehäusen:**

Motivation (Störaussendung / Störfestigkeit / Abgrenzung ESD, Burst, Surge, EMP), Leitungsgebundenen Störungen (galvanische Kopplung, kapazitive Kopplung, induktive Kopplung) und Ableitung von Gegenmaßnahmen (Leitungsgeometrien, Low-ESR-Kondensator, Ferrite, Dämpfungsmatten, Dielektrika), Wirkungsprinzip der Störfelder und Konstruktionsbeispiele (Schlitzstrahler an minimalen Öffnungen, Dichtungsschnüre, Dichtungslamellen, Durchführungsfilter), Grundlegende EMV-Messverfahren (Netznachbildung, Transferwiderstandsmessung, Triaxiale Zelle, Freifeldmessung)

**Steckverbinder für Signalübertragung:**

Mechanische Konstruktionsmerkmale (Verriegelung, Mediendichtung, Kontaktart, Wellenleitermodus, Dielektrikum, Anbindung Festseite), Sonderformen/Adapter, Kenngrößen und deren Qualifikation: Kontaktwiderstand, Lineares S-Parametermodell und Einfügedämpfung für höhere Frequenzen, Wellenwiderstand, passive Intermodulation, Spannungsfestigkeit und Leistungsfestigkeit, Wiederholbarkeit, Innenleitertiefe, Alterung und richtige Pflege.

**Literatur**

Polymere:

Ehrenstein, Gottfried: „Polymer Werkstoffe, Struktur - Eigenschaften - Anwendung“, Carl Hanser Verlag, München, 3. Aufl. 2011

Menges Georg: „Menges Werkstoffkunde Kunststoffe“, Carl Hanser Verlag, München, 6. Aufl., 2011

Wärmemanagement:

Kuchling, Horst. „Taschenbuch der Physik“, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, München, 20. Aufl. 2011

Lienig, Jens und Brümmer, Hans: „Elektronische Gerätetechnik: Grundlagen für das Entwickeln elektronischer Baugruppen und Geräte“, Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 1. Aufl. 2014

EMV-gerechte Konstruktion von Baugruppen und Gehäusen:

Franz, Joachim: „EMV störungssicherer Aufbau elektronischer Schaltungen“, Vieweg + Teubner, Wiesbaden, 5. Aufl, 2013

Steckverbinder für Signalübertragung:

Katzier, Helmut: „Elektrische Steckverbinder: Technologien, Anwendungen und Anforderungen“, Verlag Leuze, E G, 1. Aufl. 2012

Mroczkowski, Robert S. , Jugy, Romain, Gerfer, Alexander: „Trilogie der Steckverbinder : Applikationshandbuch zur optimierten Steckverbinderauswahl ; Steckverbindergrundlagen und Designkriterien“, Wu&#776;rth Elektronik, Kuzelsau, Swiridoff, 1. Aufl. 2011

Meinke, Hans H.: Gundlach, Friedrich-Wilhelm: „Taschenbuch der Hochfrequenztechnik“, Studienausgabe Bd. 2, Springer-Verlag, Heidelberg, Berlin, New York, 5. Aufl. 1992, ISBN 3-540-54715-0, Seiten, K29-K35

Skinner, A. Doug: „Guidance on using Precision Coaxial Connectors in Measurement“, 3rd Edition, August 2007, [http://www.npl.co.uk/upload/pdf/prec-coax-connect\\_guide\\_v3.pdf](http://www.npl.co.uk/upload/pdf/prec-coax-connect_guide_v3.pdf)

**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

## Zustandsregelungen

### Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Zustandsregelungen
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Klemens Graf

### Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Zustandsregelungen
<b>Englischer Titel</b>	State Space Control
<b>Kürzel</b>	EL103 – Pflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Klemens Graf
<b>Semesterwochenstunden</b>	4
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (3 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	42 SU + 14 PR + 94 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

### Dozent(inn)en

Dr. Klemens Graf (Modulverantw.), Dr. Simon Hecker

### Empfohlene Voraussetzungen

Grundlagen Regelungstechnik und Systemtheorie

### Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen und verstehen die regelungstechnischen Beschreibungs- und Entwurfsmethoden von Zustandsregelungen und Zustandsbeobachtern. Sie sind in der Lage, konkrete regelungstechnische Mehrgrößenprobleme durch die Berechnung von Zustandsregelungen unter Berücksichtigung von Zustandsbeobachtern zu lösen. Sie sind außerdem in der Lage, die am Beispiel von Zustandsregelungen erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten zur Zustandsdarstellung und -beschreibung von Systemen auf andere technische Fragestellungen anzuwenden.

### Inhalt

Entwurf von Zustandsreglern im Frequenzbereich mit und ohne Störmodell, Zustandsdarstellung von Mehrgrößensystemen, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit, Zustandsrückführung von Ein- und Mehrgrößensystemen, linear-quadratisch-optimale Regelung, Zustandsrückführung mit I-Anteil, Zustandsbeobachter

### Literatur

Schulz, G., Graf, K.: Regelungstechnik 2, Oldenbourg Verlag, 2013, 3. Auflage  
 Hippe, P., Wurmthaler, Ch.: Zustandsregelung, Springer Verlag, 1985  
 Lunze, J.: Regelungstechnik 2, Springer Verlag, 2014, 8. Auflage  
 Föllinger, O.: Regelungstechnik, VdE-Verlag, 2013

**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Masterarbeit Elektrotechnik

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Masterarbeit Elektrotechnik
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	30
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Jürgen Rackles

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Masterarbeit Elektrotechnik
<b>Englischer Titel</b>	Masterthesis
<b>Kürzel</b>	EL301 – Pflichtfach
<b>Studiensemester</b>	3
<b>Angebotshäufigkeit</b>	jedes Semester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	30
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Jürgen Rackles
<b>Semesterwochenstunden</b>	-
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	eigenständige wissenschaftliche Arbeit
<b>Studienbelastung</b>	900 Stunden
<b>Sprache</b>	
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	-

## Dozent(inn)en

Alle Professoren der Fakultät.

## Empfohlene Voraussetzungen

-

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Laut Studien- und Prüfungsordnung soll die Masterarbeit zeigen, dass die Studierenden in der Lage sind, eine konkrete Aufgabenstellung selbstständig auf wissenschaftlicher Grundlage methodisch zu bearbeiten.

Sie haben daher nach Fertigstellung der Masterarbeit vertiefte Kenntnisse auf einem Teilgebiet ihres Studiengangs, die den aktuellen Stand der Wissenschaft widerspiegeln. Die Studierenden sind außerdem in der Lage, eine Aufgabenstellung aus der Elektrotechnik bzw. ihrer Anwendungen in benachbarten Disziplinen selbstständig auf wissenschaftlicher Grundlage zu bearbeiten und ihre Arbeitsergebnisse systematisch darzustellen, zu dokumentieren und zu präsentieren.

## Inhalt

Die Aufgabenstellung soll einen weiten Rahmen abstecken und dem Niveau der Inhalte des Master-Studiums entsprechen. Die Studierenden sollen zeigen, dass sie innerhalb dieses Rahmens Gewichtungen durchführen, selbstständig wissenschaftlich begründete Lösungsstrategien erarbeiten und beurteilen sowie effektiv umsetzen, dokumentieren und präsentieren können.

## Literatur

Leopold-Wildburger Ulrike, Schütze Jörg, Verfassen und Vortragen wissenschaftlicher Arbeiten und Vorträge leicht gemacht, Springer, 2010

Stickel-Wolf Christine, Wolf Joachim, Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken - erfolgreich studieren - gewusst wie, Wiesbaden, Gabler, 2009

**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Ausarbeitung und Kolloquium

# Auslegung und Optimierung optischer Übertragungssysteme

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Auslegung und Optimierung optischer Übertragungssysteme
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Arne Striegler

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Auslegung und Optimierung optischer Übertragungssysteme
<b>Englischer Titel</b>	Design and optimization of optical transmission networks
<b>Kürzel</b>	EL400 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Arne Striegler
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Arne Striegler (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse der optischen Nachrichtentechnik

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse optischer Übertragungssysteme. Sie kennen und verstehen die Auswirkungen der Komponenten auf das Gesamtsystem sowie Regeln zu dessen Optimierung. Die Studierenden sind in der Lage, ein optisches Übertragungssystem bestehend aus verschiedenen Komponenten zu analysieren und zu optimieren. Die Studierenden sind in der Lage, das System auf Komponentenebene herunterzubrechen, sämtliche systemrelevanten Parameter zu charakterisieren und deren Einfluss auf das Gesamtsystem zu beurteilen. Das erarbeitete prinzipielle Vorgehen zur Analyse eines Gesamtsystems können die Studierenden sinngemäß auf andere Problemstellungen anwenden.

## Inhalt

- Komponenten optischer Übertragungssysteme: Lichtwellenleiter, Verstärker, Multiplexer, Router, Filter
- Modulationsformate und Empfänger: OOK, DB, DPSK, QPSK, kohärente Empfänger  
Dispersionsmanagement unter Berücksichtigung von Datenrate und nichtlinearen Effekte
- Nichtlineare Effekte: Vierwellenmischung, Selbst- und Kreuzphasenmodulation  
Leistungsmanagement unter Berücksichtigung von Rauschen und nichtlinearen Effekten  
Einführung in Simulationssoftware für optische Übertragungsstrecken

**Literatur**

Optische Kommunikationstechnik: Handbuch für Wissenschaft und Industrie; E. Voges, K. Petermann; Springer Verlag

Grundlagen der Photonik; B. E. A.Saleh, M. C. Teich; Wiley-VCH Verlag

Handbook of Optical Fiber Telecommunications: Pt. 3A (Optical Fiber Telecommunications III); I. P. Kaminow, T. L. Koch; Elsevier Verlag

**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min



# Autonome Systeme und mobile Roboter

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Autonome Systeme und mobile Roboter
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. habil. Alfred Schöttl

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Autonome Systeme und mobile Roboter
<b>Englischer Titel</b>	Autonomous Systems and Mobile Robots
<b>Kürzel</b>	EL405 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. habil. Alfred Schöttl
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch (englische Unterlagen)
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. habil. Alfred Schöttl (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse Programmieren

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen und verstehen den mechanischen und elektrischen Aufbau eines Robotersystems und können die Aktuatorik mathematisch beschreiben. Sie kennen die Grundzüge der Kinematik und inversen Kinematik von Manipulatoren und von mobilen Plattformen. Sie können Methoden zur Lokalisation (d.h. der Bestimmung der eigenen Position) und Kartenerstellung unter Verwendung typischer Sensorik wie Laserscanner und 3D-Kameras anwenden und grundlegend programmieren. Sie kennen Verfahren zur Pfadplanung für Manipulatoren und mobilen Plattformen auf den erstellten Karten und können eigene Pfadplanungen realisieren. Sie können ein gängiges Robotik-Framework (ROS) grundlegend bedienen und programmieren.

## Inhalt

- Einführung: Architektur mobiler autonomer Systeme am Beispiel der Servicerobotik.
- Kinematik: Aufbau und mathematische Beschreibung von Bewegungen von Manipulatoren und Fahrwerken, inverse Kinematik
- Odometrie und Inertialsensorik: Sensorik und einfache Lokalisation
- Kartenerstellung und Lokalisation (SLAM): Karten und kombinierte Lokalisation
- Pfadplanung: verschiedene Methoden der Pfadplanung und -optimierung
- Architektur Robotik-Frameworks: Roboter-Betriebssysteme
- Implementierung einfacher Funktionen: Realisation einfacher eigener Funktionen

- Programmierung autonomer Systeme: Anwendung an Robotik-Systemen und der Simulation in einer verteilten Umgebung

## **Literatur**

Steven M. LaValle: Planning Algorithms Cambridge University Press, 2006.

Sebastian Thrun, Wolfram Burgard, Dieter Fox: Probabilistic Robotics, MIT Press, 2005.

Roland Siegwart, Illah R. Nourbakhsh, Davide Scaramuzza: Introduction to Autonomous Mobile Robots. MIT Press 2011.

[www.ROS.org](http://www.ROS.org)

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Batterien und Brennstoffzellen

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Batterien und Brennstoffzellen
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Oliver Bohlen

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Batterien und Brennstoffzellen
<b>Englischer Titel</b>	Batteries and Fuel Cells
<b>Kürzel</b>	EL410 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Oliver Bohlen
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	Deutsch mit englischsprachigen Unterlagen, bei Bedarf Englisch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Oliver Bohlen (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlagenwissen zu elektrischen Energiespeichern (z.B. aus dem Modul Energiespeicher im Bachelor oder Selbststudium)

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden verfügen über Kenntnissen von Brennstoffzellen und erweiterte Kenntnisse von Batterien und zukünftigen Batterietechnologien. Sie verfügen über die fachlichen Kompetenzen, die besonderen Eigenschaften von Speichersystemen zu analysieren und deren spezifischen Vor- und Nachteile zu bewerten. Die Studierenden kennen Messverfahren für Batterien und Brennstoffzellen und können diese anwenden. Die Studierenden können Speichersysteme auslegen, wichtige Kenndaten berechnen sowie Simulationsmodelle konzipieren und umsetzen. Die Studierenden können sich fachliche Inhalte selbstständig durch Fachlektüre erarbeiten und deren Verständnis im Rahmen von Gruppenarbeiten zu vertiefen und anschließend für eine Zusammenfassung adäquat zu verbalisieren.

## Inhalt

- Technologischer Überblick über Brennstoffzellen, deren Klassifizierung und unterschiedlichen Eigenschaften. Voraussetzungen zum Betrieb, Einflussfaktoren auf Leistungsdichte, Wirkungsgrad und Kosten.
- Technologischer Überblick über moderne und zukünftige Batteriesysteme, insbesondere Hochtemperaturbatterien (NaS, NaNiCl<sub>2</sub>) und Redox-Flow-Batterien (Vanadium-Systeme und Alternativen).
- Vertiefung der Thematik Lithium-Batterien, insbesondere hinsichtlich Zukunftstrends (5V-Materialien, Lithium-Schwefel, Lithium-Luft).
- Moderne elektrotechnische Analysemethoden für Batterien und Brennstoffzellen, insbesondere die elektrochemische Impedanzspektroskopie sowie daraus abgeleiteten Modelle. Entwicklung von Ersatzschaltbildmodellen und deren Parametrierung über Messungen.

- Moderne modellbasierte Verfahren zur Zustandsbestimmung von Batterien und Brennstoffzellen.
- Vertiefung des Verständnisses von Brennstoffzellen und Batterien sowie deren Analysemethoden und Modellierung durch Laborpraktika (3 Versuche).

## **Literatur**

Jossen, A. & Weydanz, W. Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, Inge Reichardt Verlag, 2006

Linden, D. & Reddy, T. B. (ed.) Handbook of batteries McGraw-Hill Professional, 2001

Korthauer, R. (ed.): Handbuch Lithium-Ionen-Batterien, Springer Vieweg, 2013, ISBN 978-3-642-30653-2

Kurzweil, P.: Brennstoffzellentechnik: Grundlagen, Komponenten, Systeme, Anwendungen, Vieweg+Teubner Verlag; Auflage: 2003, ISBN-13: 978-3528039653

Vielstich, W., Lamm, A. (ed.): Handbook of Fuel Cells: Fundamentals, Technology, Applications, John Wiley & Sons; Auflage: 1 (2003), ISBN-13: 978-0471499268

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

## Bildgebende Untersuchungsverfahren

### Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Bildgebende Untersuchungsverfahren
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Michael Hiebel

### Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Bildgebende Untersuchungsverfahren
<b>Englischer Titel</b>	Imaging Technologies
<b>Kürzel</b>	EL415 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Michael Hiebel
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

### Dozent(inn)en

Michael Hiebel (Modulverantw.), N.N.

### Empfohlene Voraussetzungen

Physikgrundkenntnisse, Mathematikgrundlagen, Grundkenntnisse aus Signale und Systeme, Grundlagen der analogen Schaltungstechnik

### Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen die Wirkungsprinzipien der wichtigsten bildgebenden Untersuchungsverfahren und ihre zweckmäßige Implementierung sowie die erforderlichen Signalaufbereitung.

Sie können die Verfahren als Werkzeug zur Fehlersuche in Service und Entwicklung nutzen und besitzen ein Grundverständnis zur Konzeption und Optimierung eigener Systeme.

Die Studierenden sind in der Lage, ein passendes bildgebendes Untersuchungsverfahren für eine konkrete Aufgabe auszuwählen und sie können bekannte Systeme hinsichtlich ihrer technischen Daten analysieren und bewerten.

### Inhalt

Die Vorlesung behandelt sowohl die Anwendung als auch die Entwicklung bildgebender Untersuchungsverfahren. Die Verfahren werden entsprechend ihrem Wirkprinzip geordnet dargestellt:

Optisch: Begriffsabgrenzung, Verfahren (Mikroskop, Endoskop, IR-Kamera, Lichtlaufzeitverfahren)

Ultraschall: Prinzip, Aktoren/Sensoren, Schaltungsauslegung, Verfahren (Abstandsmessung, A-Scan, B-Scan, M-Mode, CW-Doppler, Pulsdoppler), typische Einschränkungen und Störungen.

Radar: Radararten und ihre Blockschaltbilder, Empfängerrauschen und Systemverluste, Antennenauswahl, Rückstreuläche, Entdeckungswahrscheinlichkeit, Radarverfahren (Pulsradar, Puls-Doppler-Radar, CW-Radar, FM-CW-Radar, ), typische Störungen, Analyse moderner Radaranwendungen (Personen Scanner) sowie der Sonderformen: Radiometer, Kernspin-Tomographie

Röntgenanalyse und verwandte Verfahren: Röntgenquellen, Dosisleistung, Grenzwerte, Absorption, Detektoren, Röntgenverfahren (Durchleuchtung, CT-Prinzipien, Röntgenspektraluntersuchung / Rasterelektronenmikroskop, Szintigraphie)

Tunnelprinzipien: Modellierung des Tunneleffekts, Prinzipien (Rastertunnelmikroskop, Rasterkraftmikroskop, frequenzmodulierte Verfahren), Auflösung und Messgenauigkeit

## **Literatur**

Haferkorn, Heinz: „Optik: Physikalisch-technische Grundlagen und Anwendungen“, John Wiley & Sons, Weinheim, 4. Auflage, 2003

Göbel, Jürgen: „Radartechnik: Grundlagen und Anwendungen“, VDI-Verlag, 1. Auflage, 2001

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

## Business English and Intercultural Skills

### Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Business English and Intercultural Skills
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Nicole Brandstetter

### Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Business English and Intercultural Skills
<b>Englischer Titel</b>	Business English and Intercultural Skills
<b>Kürzel</b>	EL420 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Nicole Brandstetter
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	3 SE (Seminar, Präsentationen, Referate)
<b>Studienbelastung</b>	42 SE + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	englisch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Overheadprojektor, Beamer, Video, Videokontrolle, Computerlabor, E-Learning

### Dozent(inn)en

Dr. Nicole Brandstetter (Modulverantw.), N.N.

### Empfohlene Voraussetzungen

Es werden Vorkenntnisse in der Fremdsprache Englisch auf mindestens mittlerer Stufe vorausgesetzt.

### Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

#### Fachkompetenz

Nach der Teilnahme an der Lehrveranstaltung sind die Studierenden in der Lage verschiedene Aspekte der Makro- und Mikroökonomie zu unterscheiden und basierend auf Theorien der interkulturellen Kommunikation Handlungskompetenz im internationalen Geschäftsleben zu entwickeln. Dazu erhöhen sie ihre schriftlichen und mündlichen Kommunikationsfertigkeiten und verwenden dabei die englische Fach- und Alltagsprache situations- und adressatengerecht (Niveau C1)

#### Methodenkompetenz

Die Studierenden sind in der Lage, sich eigenständig neue Themengebiete zu erschließen und können dabei ihren eigenen Arbeitsprozess methodisch reflektieren. Des Weiteren entwickeln sie eigene Fehlervermeidungsstrategien in der englischen Fach- und Alltagsprache.

#### Selbstkompetenz

Die Studierenden reflektieren ihr eigenes Verhalten in unterschiedlichen, interkulturellen, auch schwierigen Gesprächssituationen (Konfliktgespräche, Verhandlungen) und entwerfen davon ausgehend Strategien, um adäquat zu agieren. Des Weiteren können sie ihre schriftliche Kompetenz im Englischen evaluieren und optimieren.

#### Sozialkompetenz

Die Studierenden präsentieren Ergebnisse selbstsicher, situations- und adressatengerecht im internationalen Kontext und analysieren dabei kulturelle Unterschiede und Erwartungen.

## Inhalt

Die Lehrveranstaltung vermittelt ein Verständnis für Theorien der interkulturellen Kommunikation, für ausgewählte Aspekte der Makro- und Mikroökonomie und vertieft die dafür erforderliche mündliche und schriftliche Sprachkompetenz in der englischen Fach- und Alltagsprache. Anhand von authentischem schriftlichem und audiovisuellem Material werden grammatische Strukturen geübt und spezielles Vokabular erarbeitet. Die Studierenden schreiben englische (Fach-)Texte (Geschäftskorrespondenz, Geschäftsbericht) und trainieren ihre mündliche Kommunikationskompetenz im Englischen (Verhandlungen, Feedback, Meetings, social English). Dabei erhöhen sie auch ihr interkulturelles Bewusstsein und analysieren unterschiedliche kulturelle Hintergründe und Erwartungen. Des Weiteren werden Grundlagen gelungener Präsentationen in verschiedenen kulturellen Kontexten gelehrt, welche dann bei der Erstellung eigener Präsentationsunterlagen geübt und vertieft werden.

## Literatur

### Nachschlagewerke zur englischen Sprache

- Longman Business English Dictionary. Longman, 2007.
- Oxford Advanced Learner's Dictionary. Oxford University Press, 2015.
- Oxford Business English Dictionary, Oxford University Press, 2005.

### Fachliteratur zur englischen Sprache

- Business Spotlight. Planegg: Spotlight Verlag.
- Dignen, Bob. Fifty ways to improve your Presentation Skills in English. Hampshire: Heinle, Cengage Learning, 2007.
- Duarte, Nancy. slide:ology: the art and science of creating great presentations. Sebastopol: O'Reilly Media, 2008.
- Duckworth, Michael. Business Grammar & Practice. Oxford: Oxford UP, 2013.
- Emmerson, Paul. Business English Handbook Advanced. London: MacMillan, 2007.
- Emmerson, Paul. Business English Vocabulary Builder. The words & phrases you need to succeed. London: Macmillan, 2009.
- Emmerson, Paul. Business English Grammar Builder. Second Edition. Clear explanations for real situations. London: Macmillan, 2010.
- Fisher, Roger; Ury, William; Patton, Bruce. Getting to yes. Negotiating an agreement without giving in. (3rd revised edition) Penguin Books, 2011.
- Hewings, Martin. Advanced grammar in use: A self-study reference and practice book for advanced learners of English. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- McCarten, Jeanne; McCarthy, Michael. Grammar for Business. Stuttgart: Klett, 2010.
- Murphy, Raymond. English grammar in use: A self-study reference and practice book for intermediate students. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.
- Powell, Mark. Dynamic Presentations. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
- Powell, Mark. International Negotiations. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.
- Strutt, Peter, Market Leader - Business Grammar and Usage. Harlow: Pearson Education Limited, 2014.
- Ungerer, F.; Meier, G. E. H.; Schäfer, K.; Lechler, S. B. (2009). A Grammar of Present-Day English. Stuttgart: Klett.



**Fachliteratur zur interkulturellen Kommunikation**

Hofstede, Gert Jan; Pedersen, Paul B.; Hofstede, Geert. Exploring Culture: Exercises, Stories and Synthetic Cultures. Boston: Intercultural Press, 2011.

Hofstede, Geert; Hofstede, Gert Jan; Minkov, Michael. Cultures and Organizations: Software of the mind. Intercultural Cooperation and its importance for survival. New York: McGraw-Hill, 2010.

Trompenaars, F.; Hampden-Turner, Ch. Riding the waves of Culture. Understanding Diversity in Global Business. N. Brealey Publishing, 2012.

**Fachliteratur zu Wirtschaftsthemen**

Harford, Tim. The Undercover Economist, Revised and Updated. Oxford: Oxford University Press, 2012.

Marcousé, Ian et al. Business Studies. Second Edition. Hodder Arnold, Hodder Education, 2003.

Pindyck, Robert S., Rubinfeld Daniel L. Microeconomics. Upper Saddle River: Prentice hall, 2012.

**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** 20-minütige mündliche Prüfung (nach 30-minütiger Vorbereitung auf ein vorgegebenes Thema)

# Cyber Physical Systems

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Cyber Physical Systems
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Gerhard Schillhuber

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Cyber Physical Systems
<b>Englischer Titel</b>	Cyber Physical Systems
<b>Kürzel</b>	EL425 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Gerhard Schillhuber
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Gerhard Schillhuber (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

-

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen die Eigenschaften, Komplexität und Vernetzung von cyber-physischen Systemen und verstehen deren Kommunikation, Dateninfrastruktur sowie die zugehörigen Sicherheitsaspekte.

Die Studierenden können die Systemanforderungen an ein cyber-physisches System für unterschiedliche Anwendungen definieren und können daraus die benötigten Hard- und Software-Komponenten ableiten.

Die Studierenden sind der Lage, ein cyber-physisches System aufzubauen und zu erweitern.

## Inhalt

- Verteilte cyber-physische Systeme
- Sensoren, Aktoren und Energieversorgung
- Kommunikation und Datenaustausch
- Software für eingebettete Systeme und Server
- Sicherheit und Verifikation
- Wissens- und Erkenntnisgewinnung aus System- und Messdaten

**Literatur**

E. A. Lee and S. A. Seshia, Introduction to Embedded Systems - A Cyber-Physical Systems Approach, <http://LeeSeshia.org>, 2011

P. Marwedel, Embedded System Design - Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, Springer, 2011

**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Digitale Regelung

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Digitale Regelung
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Simon Hecker

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Digitale Regelung
<b>Englischer Titel</b>	Digital Control
<b>Kürzel</b>	EL430 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Simon Hecker
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Simon Hecker (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlagen der Regelungstechnik, Signale und Systeme

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, zeitkontinuierliche Regler zeitdiskret zu approximieren und können die dazu notwendige Abtastzeit bestimmen. Sie können die Grenzwertsätze der z-Transformation anwenden und kennen für unterschiedliche Pollagen in der z-Ebene das damit verbundene Zeitverhalten.

Durch sprunginvariante Transformation der Strecke können die Studierenden diese zeitdiskret beschreiben und dazu im Zeitdiskreten einen Regler mit Hilfe der Polplatzierung entwerfen.

Die Studierenden können Führungs- und Störverhalten unterscheiden und getrennt voneinander beim Reglerentwurf vorgeben. Sie kennen die Unterschiede zwischen diesen beiden Entwurfsverfahren und können diese bewerten. Sie kennen zudem die Funktionsweise adaptiver Filter und deren Einsatz zur aktiven Kompensation von Schall und Vibrationen.

## Inhalt

- Aufbau digitaler Regelkreise, quasikontinuierlicher Reglerentwurf
- Beschreibung digitaler Systeme: Grundlagen, Theorie und Anwendung der z-Transformation, z-Übertragungsfunktion von Regelstrecken, Regler, Stabilität und Zeitverhalten digitaler Regelkreise
- Entwurf digitaler Regler: Polplatzierung, getrennte Vorgabe von Führungs- und Störverhalten, Controller Wind-Up
- Adaptive Filter

## **Literatur**

G. Schulz: Regelungstechnik 2, 2. Auflage, Oldenbourg Verlag, 2008

J. Lunze: Regelungstechnik 2, 6. Auflage, Springer-Verlag, 2010

G. Frankling, J. Powell: Feedback Control of Dynamic Systems, 8. Auflage, Pearson, 2009

Unbehauen: Regelungstechnik II, 9. Auflage, Vieweg, 2007

Ogata: Discrete-Time Control Systems, 2. Auflage, Prentice Hall, 1995

Aström, Wittenmark: Computer-Controlled Systems: Theory and Design, 3. Aufl., Dover Books, 2011

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Digitale Signalverarbeitung auf FPGAs

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Digitale Signalverarbeitung auf FPGAs
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Christian Münker

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Digitale Signalverarbeitung auf FPGAs
<b>Englischer Titel</b>	Digital Signal Processing on FPGAs
<b>Kürzel</b>	EL435 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Christian Münker
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Christian Münker (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlagen der Systemtheorie, Regelungstechnik und zeitdiskreten Signalverarbeitung

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnis der Anwendungen digitaler Signalverarbeitung in den Bereichen Steuerungs- und Regelungstechnik, Energietechnik und Informationstechnik.

Sie haben die Fähigkeit zur Implementierung von Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung auf Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) mit Hilfe von High-Level Entwurfstools (Matlab, Simulink, System Generator).

## Inhalt

Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung (DSV):

- Abtastung, z-Transformation und LTI Systeme
- DFT/FFT und deren Anwendung
- Entwurf digitaler IIR und FIR Filter

Sigma-Delta-Modulator(SDM)-basierte Prinzipien der AD/DA-Umsetzung

- Grundlagen: Antialias- und Rekonstruktionsfilter
- Quantisierung, Überabtastung und Noise Shaping bei SDM

Hardwarebasierte DSV-Implementierungen

- Überblick über Field-Programmable Gate-Array-Familien, Entwurfsmethodik

- Effekte begrenzter Wortbreite (Rauschen, Stabilität)
- Effiziente Filtertopologien

#### Multiraten-Signalverarbeitung

- Dezimierung und Interpolation
- Wavelet-Transformationen

### Literatur

Gerhard Doblinger, Zeitdiskrete Signale und Systeme, J. Schlembach Fachverlag, 2007

M. Werner, Digitale Signalverarbeitung mit MATLAB, Vieweg+Teubner, 2009

J. Hoffmann, MATLAB und SIMULINK in Signalverarbeitung und Kommunikationstechnik, Oldenbourg, 2007.

K.D.Kammeyer, K.Kroschel: Digitale Signalverarbeitung, Vieweg+Teubner, 2006

Uwe Meyer-Baese, Digital Signal Processing with Field-Programmable Gate-Arrays, Springer Verlag, 2008

Frederic J Harris, Multirate Signal Processing for Communication Systems, Prentice Hall, 2004

### Prüfung

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Electronic Design Automation

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Electronic Design Automation
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Georg Strauß

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Electronic Design Automation
<b>Englischer Titel</b>	Electronic Design Automation
<b>Kürzel</b>	EL440 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Georg Strauß
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Georg Strauß (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse der HF-Technik und der Schaltungstechnik

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden haben Kenntnisse des Entwurfs elektronischer Schaltungen unter Verwendung von Computerprogrammen (Electronic Design Automation System EDA-System). Sie sind in der Lage, Schaltungen unter der Berücksichtigung physikalischer, herstellungstechnischer und damit auch ökonomischer Randbedingungen optimal zu entwerfen, ohne dass die Schaltungen einem langwierigen experimentellen Try-and-Error-Entwicklungsverfahren unterworfen werden.

Sie verstehen das EDA-System als Carrier von Erfahrungen und Erkenntnissen, die mittels Berechnungsverfahren und mathematischen Modellen dem Ingenieur zur Verfügung gestellt werden. Sie beherrschen die Verwendung von Kleinsignal- und Großsignalmodellen zur Beschreibung elektromagnetischer Vorgänge, welche sowohl im Zeitbereich als auch im Frequenzbereich verwendet werden können.

Die Studierenden können ausgehend von Lastenheften elektronischer Komponenten, Fertigungsprozessen und Kundenanforderungen Schaltungen synthetisieren und deren tatsächliche Eigenschaften mit größtmöglicher Genauigkeit simulieren.

## Inhalt

Das Modul vermittelt die professionelle Entwicklung von Schaltungen am Beispiel von Hochfrequenz- und Mikrowellenschaltungen.

- Halbleiterbauelemente
- Dioden



- BJT, Großsignalersatzschaltbild nach Statz Rayethon
- FET, Verschiedene Kanalmodelle
- Passive Ein-Tore (Immitanzen, Resonatoren)
- Passive Zwei-Tore (Filter, Immitanz-Inverter, Wellenleitungsdiskontinuitäten)
- Passive Drei-Tore (Leistungsteiler, Di- und Duplexer, Zirkulatoren)
- Passive Vier-Tore (Delta-Sigma-Richtkoppler, Hybride)
- High Speed Bords

## Literatur

Agilent Technologies, S-Parameter Design. Agilent AN 154.

P. Antognetti and G. Massobrio. Semiconductor device modeling with SPICE. New York: McGraw-Hill, second edition 1993.

Werner Bächtold. Mikrowellenelektronik. Vieweg, 2002.

Rowan Gilmore and Les Besser. Practical Circuit Design for Modern Wireless Systems, volume II. Artech House, 2013.

H. C. Graaff and W. J. Kloosterman. Modeling of the collector epilayer of a bipolar transistor in the mextram model. IEEE Transaction on Electron devices, ED-42:274, February 1995.

P. C. Grossman and A. Oki. A large signal dc model for gaas/gaxal1-xas heterojunction bipolar transistors. Proceedings of the 1989 IEEE Bipolar Circuits and Technology, pages 258–262, September 1989.

B. Huder. Grundlagen der Hochfrequenzschaltungstechnik. Oldenburgverlag.

Stephen A. Maas. The RF and Microwave Circuit Design Cookbook. Artech House, Boston London, 2005.

Stephen A. Maas. Nonlinear Microwave and RF-Circuits Artech House, 2nd edition, 2003.

George L. Matthaei, Leo Young, and E. M. T. Jones. Microwave Filters, Impedance-Matching, and Coupling Structures. Artech House, 1985.

H. H. Meinke and F. W. Gundlach. Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, volume I-III. Springer-Verlag.

M. David Pozar. Microwave Engineering. John Wiley & Sons, Inc..

Simon Ramo, John R. Whinnery, and Theodore van Duzer. Fields and Waves in Communication Electronics. John Wiley and Sons, 1993.

R. Saal. Handbuch zum Filterentwurf. Hüthig Verlag.

H. Statz, P. Newman, I. Smith, R. Pucel, and H. Haus.

GAAS fET device and circuit simulation in spice. IEEE Trans. on Electron Devices, ED-34:160–169, Feb. 1987.

George D. Vedelin, Anthony M. Pavio, and Ulrich L. Rohde. Microwave Circuit Design Using Linear and Nonlinear Techniques. John Wiley and Sons, Inc., 1990.

## Prüfung

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Elektrische Antriebe

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Elektrische Antriebe
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Wolfgang Höger

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Elektrische Antriebe
<b>Englischer Titel</b>	Electrical Engines
<b>Kürzel</b>	EL445 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Wolfgang Höger
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Wolfgang Höger (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse zu elektrischen Maschinen, Leistungselektronik und Regelungstechnik

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden besitzen Kenntnisse und beherrschen Anwendungstechniken im Bereich der Projektierung und Regelung elektrischer Antriebe. Die Studierenden sind in der Lage, ihre vorhandenen Kenntnisse der Grundlagen elektrischer Maschinen, der Leistungselektronik und der Regelungstechnik auf die Problemstellungen der Elektrischen Antriebstechnik anzuwenden.

Insbesondere haben die Studenten ein vertieftes Verständnis für das Zusammenwirken von Mechanik, elektromechanischen Energiewandlern, Leistungselektronik und Regelungstechnik in einem elektrischen Antriebssystem, was das Verständnis des Systemgedankens stärkt.

Die Studierenden verstehen, wie durch die Beschreibung in feldorientierten Koordinaten eine Analogie zwischen der Gleichstrom- und Induktionsmaschine hergestellt werden kann und lernen, die am Beispiel der Gleichstrommaschine verstandenen Regelverfahren auf die Drehstrommaschine zu übertragen.

Sie besitzen die Fähigkeit zur Projektierung elektrischer Antriebe und sind in der Lage regelungstechnische Verfahren im Bereich der Antriebstechnik anzuwenden und weiterzuentwickeln.

## Inhalt

Die Lehrveranstaltung versteht sich als interdisziplinärer Brückenschlag der Gebiete elektrische Maschinen, Leistungselektronik und Regelungstechnik.

Grundstruktur Elektrischer Antriebssysteme; Beschreibungsmethoden für die Mechanik von Antriebssystemen; Projektierung Elektrischer Antriebe; Erwärmung und Kühlung; Beschreibung ausgewählter Arbeitsmaschinen durch Kennlinien;

Dynamisches Verhalten ausgewählter elektrischer Maschinen;

Leistungselektronische Stellglieder für Gleichstrom- und Drehfeldmaschinen;  
Vertiefung Raumzeigertheorie/Raumzeigermodulation;  
Dynamisches Verhalten geregelter Antriebsanordnungen und Optimierung der Antriebsregelkreise für Drehmoment, Drehzahl und Position; Systeme zur Lage- und Winkelerfassung; Regelung bei elastischer Kopplung zur Arbeitsmaschine;  
Antriebe mit elektronischer Kommutierung; Feldorientierte Regelung von Synchronmaschinen; Geberlose Regelung; Feldorientierte Regelung von Asynchronmaschinen

## **Literatur**

Schröder, D.: Elektrische Antriebe - Grundlagen, Springer Verlag  
Schröder, D.: Elektrische Antriebe - Regelung von Antriebssystemen, Springer  
Binder, A.: Elektrische Maschinen und Antriebe, Springer Verlag  
Vogel, J.: Elektrische Antriebstechnik, Hüthig Verlag

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Elektroakustik und Audiotechnik

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Elektroakustik und Audiotechnik
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Christoph Rapp

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Elektroakustik und Audiotechnik
<b>Englischer Titel</b>	Electroacoustics and Audio Technology
<b>Kürzel</b>	EL450 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Christoph Rapp
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Christoph Rapp (Modulverantw.), Christiane Philipp, Prof. Dr.-Ing. Petra Friedrich

## Empfohlene Voraussetzungen

Physik, Elektrische und magnetische Felder, Wechselstromnetze, Signale und Systeme

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden besitzen Kenntnisse über die Umwandlung elektrischer in akustische Signale und umgekehrt (elektroakustische Wandler, Lautsprecher, Mikrofone etc.) sowie zur Weiterverarbeitung der dabei entstehenden Audiosignale (Verstärkung, Filterung, Digitalisierung, Codierung). Sie sind in der Lage, Komponenten und Systeme der analogen und digitalen Audiotechnik zu analysieren, zu bewerten und zu entwerfen.

## Inhalt

- Grundlagen des Schalls und der Signaldarstellung: Pegelrechnung, Schallsignale und -analyse im Zeit- und Frequenzbereich, Digitalisierung/Codierung;
- Schallstrahler, Schallausbreitung im Freien und in Räumen: Bau- und Raumakustik;
- Das Ohr als Informationsempfänger: Physiologie des Hörens und Sprechens, auditiver Signalweg, neurologische Verarbeitung von Schallereignissen zu Hörereignissen im menschlichen Gehör; Psychoakustik, musikalische Akustik;
- Medizinische Akustik, Hörhilfen;
- Schallwandler, Mikrofone, Lautsprecher, Audiotechnik zur Aufnahme, Wiedergabe und Speicherung von Schall, Audiosignalverarbeitung, Audiocodex, analoge und digitale Komponenten;
- Betrachtungen zu Lärm und dessen Bekämpfung

Die theoretischen Inhalte werden anhand möglichst vieler Praxisbeispiele und Anwendungen dargestellt und in Versuchen vertieft. Exkursionen zu einschlägigen Firmen oder Institutionen runden mit konkreten Anwendungen aus der Praxis die Veranstaltung ab.

### **Literatur**

Martina Kremer: Einführung in die Akustik: <http://www.dasp.uni-wuppertal.de/index.php?id=57>

Veit, L., Technische Akustik: Grundlagen der physikalischen, physiologischen und Elektroakustik, Vogel-Verlag, Würzburg, 2005

Stefan Weinzierl (Ed.), Handbuch der Audiotechnik (VDI-Buch), 2008

### **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Entwurf elektrischer Antriebssysteme

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Entwurf elektrischer Antriebssysteme
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Dirk Hirschmann

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Entwurf elektrischer Antriebssysteme
<b>Englischer Titel</b>	Design of electrical drive systems
<b>Kürzel</b>	EL455 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Dirk Hirschmann
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Dirk Hirschmann (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse zu elektrischen Maschinen und zur Leistungselektronik

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage, alle Komponenten, die zu einem elektrischen Antriebssystem gehören, zu benennen. Sie können, basierend auf einem vorhandenen Lastprofil, die Anforderungen an die elektrischen sowie die mechanischen Komponenten eines Antriebssystems ableiten. Sie beherrschen die anwendungsspezifische Auswahl elektrischer Maschinen und kennen die grundlegenden Designparameter beim Entwurf einer elektrischen Maschine. Die verschiedenen mechanischen Übertragungselemente mit ihren Vor- & Nachteilen und deren Auswirkung auf das dynamische Verhalten sind den Studierenden ebenfalls bekannt.

Die Studierenden können die zur Ansteuerung der elektrischen Maschine verwendete Leistungselektronik auslegen. Ihre Kenntnis beschränkt sich hierbei nicht nur auf den Antriebswechselrichter sondern umfasst ebenfalls die Einspeisung, EMV- und Schutzmaßnahmen. Die für diesen Bereich geltenden Normen und Gesetze sind den Studierenden geläufig.

## Inhalt

- Struktur elektrischer Antriebssysteme
- Eingangsparameter bei der Auslegung elektrischer Antriebssysteme
- Mechanische Übertragungselemente und deren Einfluss auf das dynamische Verhalten
- Anwendungsspezifische Maschinenauswahl
- Maschinendesignparameter

- Auswahl der Leistungselektronik
- Auslegung von Antriebswechselrichtern
- Auslegung von Einspeisestromrichtern
- Netzrückwirkungen und EMV-Maßnahmen
- Schutzmaßnahmen

## **Literatur**

Mansius, R. : Praxishandbuch Antriebsauslegung, Vogel Buchverlag, 2012  
Weidauer, J. : Elektrische Antriebstechnik, Siemens, 2008  
Garbrecht, F. : Auswahl von Elektromotoren - leicht gemacht, VDE Verlag, 2008

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

## Fakultätsübergreifendes interdisziplinäres Projekt

### Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Fakultätsübergreifendes interdisziplinäres Projekt
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Jürgen Rackles

### Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Fakultätsübergreifendes interdisziplinäres Projekt
<b>Englischer Titel</b>	Multidisciplinary Project Across Several Faculties
<b>Kürzel</b>	EL600 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel jedes Semester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Jürgen Rackles
<b>Semesterwochenstunden</b>	4
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Projektstudium (4 PROJ)
<b>Studienbelastung</b>	150 = ca. 56 betreut + 94 Stunden Eigenarbeit Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

### Dozent(inn)en

Dr. Jürgen Rackles (Modulverantw.), N.N.

### Empfohlene Voraussetzungen

-

### Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden vertiefen ihre Kenntnisse aus dem Bereich der Elektrotechnik und dem Bereich des Projektmanagements sowie nicht-technische Kompetenzen (wie z.B. Kommunikation oder Präsentationstechniken) durch Bearbeitung einer konkreten Aufgabenstellung innerhalb eines größeren Projekts.

Die Studierenden sind in der Lage, ein Projekt aus dem Bereich der Elektrotechnik oder benachbarter Gebiete mit geeigneten Methoden zu planen, technische Lösungen zu realisieren und das Ergebnis zu präsentieren, wobei gegebenenfalls auch nichttechnische Randbedingungen zu berücksichtigen sind. Sie sind fähig, eine technische Problemstellung mit geeigneten Methoden zu bearbeiten, gegebenenfalls auch interdisziplinär und arbeitsteilig im Team.

Aufgrund des fakultätsübergreifenden Angebots sind die Studierenden in der Lage, auch mit Nicht-(Elektro)Technikern in einem Projekt zu arbeiten, im Projektteam zu kommunizieren und ggf. ein Teilprojekt zu leiten.

### Inhalt

Das „Fakultätsübergreifende interdisziplinäre Projekt“ findet als Projekt über Fakultätsgrenzen hinweg mit Studierenden verschiedener technischer und auch nicht-technischer Fakultäten der Hochschule München (HM) statt. Es wird von Professoren der HM betreut. Nähere Einzelheiten zum Inhalt des Projekts, zu den sich daraus ergebenden Aufgabenstellungen und auch zum Prüfungsmodus sind bei den Dozenten des betreffenden Projekts zu erfragen.

Das gewählte Lehrformat zeichnet sich dadurch aus, dass den Studierenden durch problemorientiertes Lernen an praxisnahen und disziplinenübergreifenden Aufgabenstellungen Kompetenzen vermittelt werden.

Wichtige Hinweise:

Das Angebot fakultätsübergreifender Projekte wird hochschulweit rechtzeitig vor Semesterbeginn bekannt gegeben. Dieses Masterprojekt kann im Prinzip in einem beliebigen Master-Semester gewählt und als WP-Modul angerechnet werden (sofern das konkrete Projekt 5 ECTS auf Masterniveau ergibt). Um den elektrotechnischen Bezug



der Aufgabe innerhalb des Projekts sicherstellen zu können, ist eine Genehmigung durch den PK-Vorsitzenden erforderlich.

### **Literatur**

abhängig vom konkreten Projekt und des Aufgabenpakets für das Projektteam

### **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** nach Vorgabe der/des Dozenten (z.B. Kolloquium und Projektdokumentation)

# Fehlersicherung und Codierung

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Fehlersicherung und Codierung
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Michael Dippold

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Fehlersicherung und Codierung
<b>Englischer Titel</b>	Error Protection and Coding
<b>Kürzel</b>	EL460 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Michael Dippold
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Michael Dippold (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse zur Nachrichtentechnik

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen ausgehend von der Codierungstheorie die Möglichkeiten und Grenzen der Fehlersicherung und beherrschen die Verfahren, die tatsächlich Anwendung finden (Paritycheck, Blocksummen-Check, Cyclic Redundancy Checksum etc.) und sind in der Lage, derartige Codes zu erzeugen und zu decodieren.

Die Studierenden beherrschen wesentliche Elemente der Videocodierung und Datenreduktion. Sie besitzen die Fähigkeit, auf diesem speziellen Gebiet verschiedene Codes zu erzeugen und zu decodieren und sind in der Lage, den Einsatz verschiedener Codierschemen für bestimmte Fälle nach Aufwand und Leistungsfähigkeit zu analysieren und zu beurteilen.

## Inhalt

- Kanalmodelle und Kanalkapazität,
- Fehlererkennung und Fehlerkorrektur,
- Erzeugung von Block- und Faltungscodes, Turbocodes, LDPC-Codes,
- Decodierverfahren,
- Reduktion von Redundanz und Irrelevanz,
- Prinzipien der Bild- und Videocodierung,
- Einsatz in digitalen Systemstandards.

**Literatur**

Schneider-Obermann, H.: Kanalcodierung. Vieweg  
Dankmeier, W.: Codierung. Vieweg

**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Fieldbus Systems

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Fieldbus Systems
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Egon Sommer

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Fieldbus Systems
<b>Englischer Titel</b>	Fieldbus Systems
<b>Kürzel</b>	EL465 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Egon Sommer
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch oder englisch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Egon Sommer (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Programmierkenntnisse

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Prinzipien der Kommunikation auf Bussystemen für die Automatisierung, Gebäudeautomation und die Automobiltechnik. Sie können die Bussysteme hinsichtlich ihrer Topologie, ihrer Übertragungsmedien und unterschiedlichen Übertragungsprotokolle unterscheiden. Sie sind vertraut mit nationalen und internationalen Standards und der Adaption der Schichtenstruktur des OSI-Referenzmodells.

Die Studierenden können wesentliche Zugangsverfahren und Sicherungsverfahren in Bezug auf konkrete Anwendungen bewerten. Sie können Feldbusse in Bezug auf die geplante Anwendung auswählen und beurteilen. Für einzelne Systeme sind sie in der Lage, den Bus zu parametrieren, in Betrieb zu setzen und zu testen.

## Inhalt

- Anwendungsfelder von Feldbussen in Automation und Fahrzeugen.
- Grundlagen von Kommunikationssystemen, ISO/OSI Referenzmodell.
- Spezifikationen aktueller Feldbusse und deren Anwendung in Fahrzeugen und in der Automatisierungstechnik.
- Seminar über Entwicklungen in Echtzeitnetzwerken.
- Konfiguration und Betrieb von Feldbussen.
- Praktische Übungen im Labor.

## **Literatur**

Bussysteme in der Automatisierungs- und Prozesstechnik  
Grundlagen, Systeme und Anwendungen der industriellen Kommunikation  
Hrsg. v. Gerhard Schnell u. Bernhard Wiedemann, Vieweg+Teubner; Springer, Berlin  
8., aktualis. u. erw. Aufl. 2012  
Bussysteme in der Fahrzeugtechnik  
Protokolle, Standards und Softwarearchitektur  
Werner Zimmermann u. Ralf Schmidgall,  
Springer, Berlin; Vieweg+Teubner, 5. Aufl. 2014

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

## Fortgeschrittene Verfahren der Bildverarbeitung

### Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Fortgeschrittene Verfahren der Bildverarbeitung
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. habil. Alfred Schöttl

### Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Fortgeschrittene Verfahren der Bildverarbeitung
<b>Englischer Titel</b>	Advanced Image Processing Techniques
<b>Kürzel</b>	EL470 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. habil. Alfred Schöttl
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch (englische Unterlagen)
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

### Dozent(inn)en

Dr. habil. Alfred Schöttl (Modulverantw.), N.N.

### Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse der digitalen Bildverarbeitung

### Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen fortgeschrittene Methoden und Verfahren der digitalen Bildverarbeitung (Computer Vision) und zur Analyse von Stereobildern und 3D-Punktwolken. Sie beherrschen aktuelle Entwicklungsumgebungen. Sie besitzen die Fähigkeit zur Analyse und Synthese komplexer Bildverarbeitungssysteme für 2D- und 3D-Anwendungen sowie zum Entwurf, zum Aufbau und zur Inbetriebnahme von kamerabasierten Lösungen. Sie sind in der Lage, mit aktuellen Werkzeugen der Bildverarbeitung und Mustererkennung umzugehen.

### Inhalt

- projektive Geometrie in 2D und 3D
- Features
- 3d-Rekonstruktion
- Template Matching und Tracking
- statistische Bildmodelle, Markov Random Fields
- Algorithmen auf Punktwolken (ICP, RANSAC)

**Literatur**

- D. Forsyth, J. Ponce: Computer Vision: A Modern Approach (2012).  
R. Gonzalez, R. Woods: Digital Image Processing, Pearson Prentice Hall (2007).  
R. Hartley, A. Zisserman: Multiple View Geometry in Computer Vision, Cambridge University Press (2010).  
L. Shapiro, G. Stockman: Computer Vision, Addison Wesley (2001).  
R. Szeliski: Computer Vision: Algorithms and Applications, Springer Verlag (2010).

**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Human Machine Interfaces

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Human Machine Interfaces
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	LBA Walter Tasin M. Sc.

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Human Machine Interfaces
<b>Englischer Titel</b>	Human Machine Interfaces
<b>Kürzel</b>	EL475 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	LBA Walter Tasin M. Sc.
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

LBA Walter Tasin M. Sc. (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

-

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen neben den bekannten Mensch-Maschine-Schnittstellen wie z.B. Tastatur, Maus, Bildschirm, Drucker auch moderne und innovative Schnittstellen sowie deren Klassifizierung.

Sie können eine geeignete Auswahl für entsprechende Anwendungsfälle (unter Gesichtspunkten wie Funktionalität, Ergonomie und Berücksichtigung individueller Nutzerbedürfnisse) treffen und diese bewerten.

Außerdem sind die Studierenden in der Lage, IT-Systeme nach der Bewertung mit geeigneten Mensch-Maschine-Schnittstellen zu realisieren bzw. diese dahingehend zu erweitern.

## Inhalt

- Haptik, Taktik, Gestik sowie visuelle/auditive Wahrnehmung als Ein-/Ausgabemöglichkeiten eines IT-Systems
- Einführung in moderne computergestützte Benutzerschnittstellen: z. B. Natural User Interface (Touchscreen), wahrnehmungsgesteuerte Benutzerschnittstelle, gegenständliche Benutzerschnittstelle
- Ergonomie der Mensch-System-Interaktion: Überlegungen zu Design und Aufbau innovativer Mensch-Maschine-Schnittstellen.
- Styleguide der SW-Ergonomie (z. B. CUA - Common User Access, Aufbau einer GUI-Anwendung) Farb- und Formkennzeichnung für Schnittstellen (s. VDE 0199, VDE 0113 Teil 1)
- Betrachtung individueller Bedürfnisse und Probleme besonderer Benutzergruppen und barrierefreie Gestaltung



- Menschzentrierte Softwareentwicklung

## Literatur

Andreas M. Heinecke; Mensch-Computer-Interaktion: Basiswissen für Entwickler und Gestalter, Springer Berlin Heidelberg; Auflage: 2 (2011); ISBN 978-3-642-13506-4

Paul Chlebek; Praxis der User-Interface Entwicklung, Vieweg + Teubner Verlag; 1. Auflage 2011; ISBN 978-3-8348-0728-1

M. Richter, M. Flückiger; Usability Engineering kompakt; Springer Berlin Heidelberg; 3. Auflage (2013); ISBN 978-3-642-34831-0

DIN EN ISO-9241: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion; Beuth

ISO TS 16071: Ergonomics of human-system interactions for human-computer interfaces; ISO

Verordnung zur Schaffung barrierefreier Informationstechnik nach dem Behindertengleichstellungsgesetz, BGBl I 2002, 49

## Prüfung

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

## Internet-Technologie

### Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Internet-Technologie
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Jürgen Plate

### Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Internet-Technologie
<b>Englischer Titel</b>	Internet Technology
<b>Kürzel</b>	EL480 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Jürgen Plate
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

### Dozent(inn)en

Jürgen Plate (Modulverantw.), N.N.

### Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse Programmieren

### Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden besitzen Kenntnisse über Aufbau, Funktionsweise und Programmierung von Internet-Servern sowie über Protokolle der höheren Schichten. Sie beherrschen die Grundlagen der Programmierung von Netzwerk-Anwendungen (Client/Server, verteilte Systeme) und dynamischen Web-Anwendungen (CGI-Programme, Web-Formulare etc.). In diesem Rahmen kennen und verstehen sie die Arbeitsweise von Datenbank-Systemen. Des Weiteren sind ihnen die damit zusammenhängenden Aspekte, wie komplexe Lastmessung und Sicherheit, vertraut. Die Studierenden sind in der Lage, Internet-Server und -Clients auf der Basis des TCP/IP-Protokolls zu programmieren. Weiterhin besitzen Sie Kompetenzen auf dem Gebiet der Programmierung datenbankgestützter Internet-Applikationen (sogenannte Web-Anwendungen) und in der Perl-Programmierung.

### Inhalt

Basierend auf den Internetstandards (RFCs) werden die Implementierung höherer WAN-Protokolle (z.B. SMTP, FTP, HTTP, NNTP, DNS, DHCP) und der Aufbau und Arbeitsweise von Internet-Servern auf der Basis von TCP/IP und UNIX systematisch untersucht und klassifiziert.

Nach einer Einführung in die Programmiersprache Perl werden zunächst einfache Client-Server-Anwendungen erstellt. Anschließend wird das Konzept des Common Gateway Interface (CGI) in Verbindung mit Web-Formularen behandelt. Nach ersten, einfachen CGI-Anwendungen erhalten die Studierenden eine Einführung in Datenbanksysteme (Grundlagen, Modellierung, Anwendung) und programmieren datenbankgestützte Web-Anwendungen.

Abschließend werden Sicherheitskonzepte erläutert und Methoden der Lastmessung und Netzwerküberwachung erläutert.

Als Programmiersprache kommt primär Perl zum Einsatz.

## Literatur

Jörg Holzmann/Jürgen Plate: Linux-Server für Intranet- und Internet, Hanser-Verlag  
W. Richard Stevens: Programmieren von UNIX-Netzen, Hanser-Verlag  
Martin Gräfe: C und Linux, Hanser-Verlag  
Lincoln D. Stein: Network Programming with Perl, Verlag Addison-Wesley  
James F. Kurose/Keith W. Ross: Computernetze, Prentice Hall (Pearson Studium)  
Anonymous: Der neue Linux Hacker's Guide, Markt und Technik  
Roger P. Wormwood: The World Before the Internet and Other Frightening Tales,  
Paris (Texas), SNAFU Publishing Group, 2009

## Prüfung

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Konstruktion/Computer Aided Design

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Konstruktion/Computer Aided Design
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Dirk Hirschmann

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Konstruktion/Computer Aided Design
<b>Englischer Titel</b>	Design Engineering/Computer Aided Design
<b>Kürzel</b>	EL485 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Dirk Hirschmann
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Dirk Hirschmann (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

-

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Mit Abschluss des Moduls Konstruktion/CAD können die Studierenden die räumliche Gestalt technischer Gebilde regel- und normengerecht darstellen bzw. aus technischen Zeichnungen deren Gestalt und Funktion ableiten. Sie sind in der Lage, Wechselwirkungen zwischen einzelnen Konstruktionselementen in einer Gesamtkonstruktion zu identifizieren und zu berücksichtigen. Darüber hinaus beherrschen die Studierenden die Methodik der 2D- und 3D-Konstruktion am PC mit Hilfe eines industriellen CAD-Systems. Die Studierenden sind insbesondere in der Lage, mit Ingenieuren anderer Fachdisziplinen (v.a. Maschinenbauer, Fahrzeugtechniker) Konstruktionsdetails zu diskutieren, um im Team eine für das Gesamtsystem optimale konstruktive Lösung zu finden.

## Inhalt

- Technisches Zeichnen und darstellende Geometrie
- Grundlagen der Konstruktionstechnik (z. B. Maßtoleranzen, Passungen, Form- und Lagetoleranzen, Oberflächenspezifikation)
- Grundlegende Methoden zum Festigkeitsnachweis
- Konstruktions- und Rechenaufgaben zu den genannten Inhalten
- Vermittlung grundlegender Kenntnisse zur Volumenkörper- und Zeichnungserstellung mit Hilfe eines 3D-CAD-Systems

## **Literatur**

Hoischen, Technisches Zeichnen: Cornelsen Verlag  
Tabellenbuch Metall: Europa Lehrmittel Verlag  
Viebahn: Technisches Freihandzeichnen: Springer Verlag  
Skript: Konstruktionslehre 1 (Herausgeber: Amft/Seefried/Sperl)  
Skript CAD (Herausgeber: Seefried)

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Kryptologie

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Kryptologie
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Helmut Kahl

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Kryptologie
<b>Englischer Titel</b>	Cryptology
<b>Kürzel</b>	EL490 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Helmut Kahl
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Helmut Kahl (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

-

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen und verstehen kryptografische Verfahren und Methoden sowie deren mathematische Grundlagen. Die Studierenden sind in der Lage, kryptologische Verfahren anzuwenden, zu bewerten und zu analysieren. Sie besitzen das Rüstzeug für den sinnvollen Einsatz der Verfahren in der Praxis.

## Inhalt

- Grundbegriffe der Kryptologie
- Grundlegende Protokolle
- Spezielle mathematische Grundlagen
- Bekannte symmetrische und asymmetrische Verfahren
- Identitätsbasierte Kryptographie u.a.

Die Vorlesung wird ergänzt durch praktische Übungen (u. a. Kryptoanalyse) und den Einsatz von Krypto-Software.

## Literatur

RA. Beutelspacher et al.: Moderne Verfahren der Kryptographie (1999), Vieweg-Verlag  
 J. Buchmann: Einführung in die Kryptographie (2004), Springer Verlag  
 R. Matthes: Algebra, Kryptologie und Kodierungstheorie (2003), Fachbuchverlag Leipzig  
 B. Schneier: Angewandte Kryptographie (2006), Pearson Studium

**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Laststeuerung mit Hochleistungselektronik

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Laststeuerung mit Hochleistungselektronik
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Jürgen Rackles

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Laststeuerung mit Hochleistungselektronik
<b>Englischer Titel</b>	Load Control with High Power Electronics
<b>Kürzel</b>	EL495 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Jürgen Rackles
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Jürgen Rackles (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Elektrische und magnetische Felder, Elektronische Bauelemente, Elektronische Schaltungen

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden besitzen Kenntnisse zu den in der Energietechnik verwendeten Schaltungstopologien der Leistungselektronik unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen mit der Energieversorgung und den angeschlossenen Verbrauchern. Sie verstehen die Wechselwirkungen dieser Schaltungen mit anderen Baugruppen und können die dabei auftretenden Probleme analysieren und bewerten.

Sie haben die Fähigkeit zur Berechnung und Dimensionierung einfacher Schaltungen zur Steuerung bzw. Regelung von Antrieben, zur Einspeisung in das Versorgungsnetz und zur Energieübertragung. Sie können diese Schaltungen mit Hilfe geeigneter Simulationswerkzeuge simulieren sowie die Berechnungs- und Simulationsergebnisse fundiert bewerten.

## Inhalt

Schaltverhalten und Kennlinien von Leistungshalbleitern wie (SiC-)MOSFET, IGBT, Thyristoren und Dioden; Treiberschaltungen für Halbleiterschalter;

Schaltungen zum Betrieb von elektromechanischen Energiewandlern;

DC-Steller, H-Brücke, Wechselrichter und Frequenzumrichter;

DC/DC-Wandler und Schaltnetzteile;

Hochspannungsgleichstromübertragung;

Konstruktive Gestaltung von Geräten;

Kühlung;

Störsignale (EMV auf Leiterplatten und in Gehäusen);

Lebensdauer und Zuverlässigkeit von Geräten



## Literatur

- Michel M.: Leistungselektronik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2008  
Specovius, J.: Grundkurs Leistungselektronik. Vieweg Verlag. Wiesbaden 2010  
Schröder D.: Elektrische Antriebe Band 2 und Elektrische Antriebe Band 4, Springer Verlag Berlin Heidelberg 2009  
Jenni F., Wüest D.: Steuerverfahren für selbstgeführte Stromrichter,  
B.G. Teubner Stuttgart  
Holmes, D. G.; Lipo, T. A.: Pulse Width Modulation for Power Converters. Wiley 2003  
Rajapakse, A. D.; Gole, A. M.; Wilson, P. L.: Approximate Loss Formulae for Estimation of IGBT Switching Losses through EMTP-type Simulations. International Conference on Power Systems Transients (IPST 05). Montreal, Canada, June 19-23, 2005, Paper No. IPST05 184  
Erickson, R. W.; Maksimovic, D.: Fundamentals of Power Electronics,  
Springer Verlag 2005

## Prüfung

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Maschinelles Lernen und Deep Learning

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Maschinelles Lernen und Deep Learning
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. habil. Alfred Schöttl

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Maschinelles Lernen und Deep Learning
<b>Englischer Titel</b>	Machine Learning and Deep Learning
<b>Kürzel</b>	EL500 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. habil. Alfred Schöttl
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch (englische Unterlagen)
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. habil. Alfred Schöttl (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse zu Matlab und Statistik wünschenswert, aber nicht erforderlich

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden besitzen einen Überblick über neuronale Netze und deren Algorithmen für supervised und unsupervised Anwendungen. Sie kennen die wichtigsten Deep Learning Netzstrukturen und Lernverfahren. Sie können Deep Learning Systeme erstellen und anwenden sowie die Lernperformance bewerten. Sie besitzen Kenntnisse in der Verarbeitung von sequentiellen Daten. Die können ein Deep Learning System mit einem Framework programmieren.

## Inhalt

- Grundlagen künstlicher neuronaler Netze
- Deep Learning Netzstrukturen
- Deep Convolutional Netze
- Rekurrente Netze mit LSTM Einheiten
- Anwendungen und Programmierframeworks

## Literatur

Ethem Alpaydin: Introduction to Machine Learning. MIT Press 2010.  
 Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer Verlag 2006.  
 Christopher M. Bishop: Neural Networks for Pattern Recognition. Clarendon Press 1996.  
 Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning. Springer Verlag 2011.

Daphne Koller, Nir Friedman: Probabilistic Graphical Models. MIT Press 2010.  
Kevin P. Murphy: Machine Learning: A Probabilistic Perspective. MIT Press 2012.

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Mechatronische Systeme

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Mechatronische Systeme
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Wolfgang Höger

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Mechatronische Systeme
<b>Englischer Titel</b>	Mechatronical Systems
<b>Kürzel</b>	EL505 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Wolfgang Höger
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Wolfgang Höger (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse zu elektrischen Maschinen, zur Regelungstechnik und zur Leistungselektronik

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis für das Zusammenwirken mechanischer, elektrischer und informationstechnischer Bausteine in automatisierten mechanischen Systemen.

Sie können mathematische Modelle mechanischer Strukturen erstellen, die Merkmale und das Betriebsverhalten dieser Strukturen analysieren und gezielt beeinflussen.

Die Studierenden sind in der Lage, ihre vorhandenen Kenntnisse aus der Regelungstechnik, der Antriebstechnik und der Leistungselektronik auf Problemstellungen der Mechatronik anzuwenden, um damit mechatronische Systeme zu analysieren, zu bewerten und zu entwerfen.

## Inhalt

Ausgewählte Kapitel der höheren Mechanik: Grundlagen der Bewegungsgleichungen, Impuls, Drall und Energie als Erhaltungsgrößen, Mehrkörpersysteme mit elastischer Kopplung, Mehrmassenschwinger, matrizenbasierte Schreibweise / rechnergestützte Behandlung;

Sensoren für mechanische Systeme: Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kraft und Drehmoment;

Elektrische Regelantriebe: Dynamisches Betriebsverhalten, Drehmoment- und Drehzahlregelung;

Hydraulische und pneumatische Aktoren;

Anordnungen zur Prozessführung und Antriebsregelung: Einzelantriebe, Mehrmotorenantriebe, Koordination von Bewegungen und technologischen Größen;

Anwendungsbeispiele: Positionierantriebe, Werkzeugmaschinen, Rotationsdruckmaschinen;

Praktikum: geregelter Drehstromantrieb, Positioniersteuerung, Bahnsteuerung

## **Literatur**

Hering, Steinhart: Taschenbuch der Mechatronik, Hanser

Woernle: Mehrkörpersysteme: Eine Einführung in die Kinematik und Dynamik von Systemen starrer Körper, Springer Verlag

Schiehlen Technische Dynamik: Modelle für Regelung und Simulation, Vieweg+Teubner Verlag

Dresig Holzweißig Maschinendynamik Springer Verlag

G. Pfaff, Ch. Meier: Regelung elektrischer Antriebe II, Methoden der Regelungstechnik, R. Oldenbourg Verlag

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Nachhaltige Energiesysteme

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Nachhaltige Energiesysteme
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Simon Schramm

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Nachhaltige Energiesysteme
<b>Englischer Titel</b>	Sustainable Energy Systems
<b>Kürzel</b>	EL510 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Simon Schramm
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Simon Schramm (Modulverantw.), Dipl.-Ing. Hermann Wagenhäuser

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlegende Kenntnisse zu regenerativer Energieumwandlung

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen die wesentlichen wirtschaftlichen und technischen Grundlagen als Notwendigkeit für ein nachhaltiges Energiesystem. Sie kennen und verstehen die wesentlichen Säulen eines nachhaltigen Energiesystems: Erzeugung, Verteilung und Speicherung von Energie. Sie kennen die wichtigsten Systeme nachhaltiger Energiegewinnung (Biomasse, Solarthermie, Photovoltaik, energieeffiziente Gebäudetechnik, Wind- und Wasserkraft, etc.) nicht nur theoretisch, sondern können sie auch praxisnah berechnen und anwenden. Die Studierenden sind in der Lage, deren Zusammenspiel sowie die Herausforderungen durch die Umstellung von konventionellen auf nachhaltige Energiesysteme technisch zu analysieren, zu diskutieren und zu bewerten.

## Inhalt

Teil 1: Rahmenbedingungen und wesentliche Säulen nachhaltiger Energiesysteme

- Grundlagen und rechtliche Rahmenbedingungen der Energiewirtschaft
- Lastregelung und Stromspeicherung
- Herausforderungen für die Stromnetze
- Energieeffizienz

Teil 2: Nachhaltige Energieerzeugungssysteme

- Photovoltaik, Windenergie, Wasserkraft, Solarthermie, Geothermie,

- Bewertung von erneuerbaren Energieerzeugungssystemen
- Einbindung erneuerbare Energiesysteme, z.B. im Inselnetz
- Gleichstromübertragungssysteme

## **Literatur**

P. Konstantin: Praxisbuch Energiewirtschaft, 2009

U. Wagner: Nutzung regenerativer Energien, 2009

W. Ströbele, W. Pfaffenberger, M. Heuterkes: Energiewirtschaft, 2010

H. Watter: Nachhaltige Energiesysteme, 2009

G. Reich: Regenerative Energietechnik, 2013

M. Sterner, I. Stadler: Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration, 2014

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** Seminararbeit + Abschlussvortrag (50%), schriftlich Modulprüfung 60 min (50%)

# Netzbetrieb und Smart Grids

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Netzbetrieb und Smart Grids
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Wolfgang Rehm

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Netzbetrieb und Smart Grids
<b>Englischer Titel</b>	Power Grid Operation and Smart Grids
<b>Kürzel</b>	EL515 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Wolfgang Rehm
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Wolfgang Rehm (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse zu elektrischen Energieversorgungsnetzen

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Mit dem Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien werden die bisher weitgehend auf zentralen Großkraftwerken durch eine Vielzahl dezentraler Erzeugungsanlagen mit oft stark fluktuierender Energiebereitstellung ersetzt.

Die Studierenden sind mit den neuen Herausforderungen für die Netzbetriebsführung vertraut. Sie wissen, wie Übertragungs- und Verteilnetze ausgebaut und zu sogenannten Smart Grids weiterentwickelt werden. Die Studierenden kennen die Anforderungen, insbesondere im Bereich der Verteilnetze sowie mögliche Lösungsansätze. Sie sind in der Lage, diese mathematisch zu beschreiben. Sie verstehen den grundsätzlichen Aufbau und die Funktionsweise künftiger Netze der elektrischen Energieversorgung und können geeignete Methoden zur Berechnung solcher Netze auswählen und anwenden.

## Inhalt

- Neue Anforderungen durch den Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (Lastferne und dezentrale Erzeugung)
- Regelung von Verbundnetzen und Inselsystemen
- Netzstabilität
- Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ)
- Innovative Netztechnologien (Blindleistungsregelung, regelbare Ortsnetztransformatoren, dezentrale Speicher)



- Solar- und Windprognosen
- Netzzustandsprognosen
- Last- und Erzeugungsmanagement
- Smart-Meter, Smart-Home, Smart-Grid Pilotprojekte und Studien zu Smart-Grids
- Praktikum zur Netzberechnung
- Einbindung aktueller Forschungsprojekte

## **Literatur**

Klaus Heuck, Klaus-Dieter Dettmann, Detlef Schulz, Elektrische Energieversorgung, Vieweg + Teubner Verlag  
Ekkehard Spring; Elektrische Energienetze; VDE Verlag  
Smart Grids in Deutschland, Handlungsfelder für Verteilnetzbetreiber auf dem Weg zu intelligenten Netzen; Herausgeber ZVEI und bdeW 2012

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Netzintegration regenerativer Energiesysteme

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Netzintegration regenerativer Energiesysteme
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Simon Schramm

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Netzintegration regenerativer Energiesysteme
<b>Englischer Titel</b>	Grid Integration of Renewable Energies
<b>Kürzel</b>	EL520 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Simon Schramm
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Simon Schramm (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

-

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen die grundsätzliche Funktionsweise von Netzwechselrichtern auf der Basis von Solar- und Windenergie, die künftig einen steigenden Anteil des Energiebedarfes decken. Sie beherrschen typische Schaltungsvarianten inklusive deren Auslegung und die wesentlichen Komponenten und Methoden, die für die Regelung der Wechselrichter notwendig sind. Sie verstehen, wie sich die Netzintegration von Regenerativen Erzeugungseinheiten mittels Wechselrichtern modellieren und mit entsprechender Software simulieren lässt.

## Inhalt

- Notwendige Netzinformationen zur Kopplung regenerativer Erzeugungssysteme
- Grundlegende Umrichter Schaltungen
- Grundlegende Schaltmuster/Gleichtaktspannung
- Weitere Umrichter Komponenten: Filter/Zwischenkreis
- Umrichter Auslegung
- Netzzeitige Regelung, PLL, Clark/Park-Transformation
- PV-Systeme
- Windenergiesysteme
- Modellierung von Wechselrichter-Teilkomponenten

## **Literatur**

Jenni, Felix, Wüest, Dieter: „Steuerverfahren für selbstgeführte Stromrichter“, online verfügbar

Balduino Rabelo „Optimal Reactive Power Sharing with the Doubly-Fed Induction Generators in Wind Turbines“, Dissertation, TU Chemnitz, 2008

Heinrich Häberlin, „Photovoltaik“, 2te Auflage, VDE Verlag, 2010, ISBN 978-3-80073205-0

Adolf J.Schwab, „Elektroenergiesysteme: Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie“, 3te Auflage, Springer Verlag, 2011, ISBN 978-3642219573

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Netzstörungen und Versorgungssicherheit

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Netzstörungen und Versorgungssicherheit
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Wolfgang Rehm

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Netzstörungen und Versorgungssicherheit
<b>Englischer Titel</b>	Network Perturbations and Security of Supply
<b>Kürzel</b>	EL525 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Wolfgang Rehm
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Wolfgang Rehm (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse zu elektrischen Energieversorgungsnetzen

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden verstehen die Ursachen und Wirkungszusammenhänge von Störungssituationen in elektrischen Energieversorgungsnetzen. Sie kennen den Aufbau und die Funktion von modernen Netzschutzkomponenten und -systemen und können diese an Beispielnetzen dimensionieren und parametrieren. Sie sind in der Lage, kritische Netzsituationen mittels Online-Simulationsmethoden zu erkennen und adäquate Maßnahmen dagegen zu ergreifen. Anhand von realen Großstörungen in der Vergangenheit sind sie in der Lage, die dabei getroffenen Maßnahmen in ihrer Wirksamkeit zu beurteilen. Die Studierenden kennen die gängigen europäischen Netz- und Spannungsqualitätsnormen. Sie sind mit den aktuellen Technologien zur unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) vertraut und können diese bedarfsgerecht einsetzen.

## Inhalt

- Wesentliche Störungsursachen und -abläufe in Nieder-, Mittel- und Hochspannungsnetzen
- Aufbau und Funktion digitaler Netzschutzkomponenten
- Modellierung von Netzkomponenten
- Online-Netzzustandssimulationsmethoden (Online State Estimation)
- Beispiele für Großstörungen in der Vergangenheit Europäische Normen für
- Versorgungs- und Spannungsqualität
- Aufbau, Funktion und Einsatzbereiche unterbrechungsfreier Stromversorgungssysteme

**Literatur**

R. Flossdorf, G. Hilgarth: Elektrische Energieverteilung (Leitfaden der Elektrotechnik), Vieweg+Teubner Verlag, 2005

V. Crastan: Elektrische Energieversorgung, Bände 1, 2, 3, Springer Verlag, 2007

**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Projekt Angewandte Forschung I

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Projekt Angewandte Forschung I
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Jürgen Rackles

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Projekt Angewandte Forschung I
<b>Englischer Titel</b>	Project in Applied Research I
<b>Kürzel</b>	EL530 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel jedes Semester (abhängig von Betreuung durch einen Dozenten)
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Jürgen Rackles
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Projektstudium (3 PROJ)
<b>Studienbelastung</b>	150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Jürgen Rackles (Modulverantw.), Dr. Alfred Irber, Dr. Werner Mayr, Dr. Thomas Michael, Dr. Herbert Palm, Dr. Gregor Feiertag

## Empfohlene Voraussetzungen

-

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse für die Abwicklung eines Projekts mit Methoden und Werkzeugen des Projektmanagements unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte und können diese praktisch umsetzen. Sie sind in der Lage, technische Lösungen unter besonderer Berücksichtigung eines Systemansatzes zu entwickeln und zu bearbeiten und sie besitzen die Fähigkeit, ein komplexes Thema interdisziplinär und gegebenenfalls arbeitsteilig im Team mit geeigneten Methoden zu bearbeiten.

## Inhalt

Die Bearbeitung soll sich an der im industriellen Umfeld üblichen Vorgehensweise bei der Bearbeitung komplexer Themen orientieren. Die Aufgabenstellung umfasst geeignete Elemente des folgenden Spektrums: Systemgestaltung; Definition von Anforderungen; Erarbeitung von Lösungskonzepten; Bewertung von Lösungsalternativen; Demonstration ausgewählter Lösungsansätze; Entwicklung, Realisierung und Test von Lösungen, Abnahme. Projektentwicklung: Einrichtung, Planung, Kontrolle, Steuerung des Projekts; Dokumentation; Änderungsverfahren. Bearbeitung in den Labors der Hochschule München. Externe Projekte sind unzulässig. Das Belegen dieses Moduls hängt davon ab, ob ein Dozent in einem Labor der Fakultät ein geeignetes Projektthema formulieren und betreuen kann. Deshalb hängt auch der konkrete Inhalt von der Aufgabenstellung im Projekt ab.

## Literatur

Schelle Heinz, Projekte zum Erfolg führen - Projektmanagement systematisch und kompakt, München, Dt. Taschenbuch-Verlag, 2010  
 Jenny Bruno, Projektmanagement - das Wissen für den Profi, Zürich, vdf, Hochschulverlag an der ETH Zürich

**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** Projektbericht und Kolloquium nach Vorgabe des Dozenten

## Projekt Angewandte Forschung II

### Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Projekt Angewandte Forschung II
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Jürgen Rackles

### Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Projekt Angewandte Forschung II
<b>Englischer Titel</b>	Project in Applied Research II
<b>Kürzel</b>	EL535 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel jedes Semester (abhängig von Betreuung durch einen Dozenten)
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Jürgen Rackles
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Projektstudium (3 PROJ)
<b>Studienbelastung</b>	150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

### Dozent(inn)en

Dr. Jürgen Rackles (Modulverantw.), Dr. Alfred Irber, Dr. Werner Mayr, Dr. Thomas Michael, Dr. Herbert Palm, Dr. Gregor Feiertag

### Empfohlene Voraussetzungen

Hinweis: Projekt Angewandte Forschung II macht nur Sinn, wenn zuvor bereits das 5-ECTS-Modul Projekt Angewandte Forschung I belegt wurde

### Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse für die Abwicklung eines Projekts mit Methoden und Werkzeugen des Projektmanagements unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte und können diese praktisch umsetzen. Sie sind in der Lage, technische Lösungen unter besonderer Berücksichtigung eines Systemansatzes zu entwickeln und zu bearbeiten und sie besitzen die Fähigkeit, ein komplexes Thema interdisziplinär und gegebenenfalls arbeitsteilig im Team mit geeigneten Methoden zu bearbeiten.

### Inhalt

Die Bearbeitung soll sich an der im industriellen Umfeld üblichen Vorgehensweise bei der Bearbeitung komplexer Themen orientieren. Die Aufgabenstellung umfasst geeignete Elemente des folgenden Spektrums: Systemgestaltung; Definition von Anforderungen; Erarbeitung von Lösungskonzepten; Bewertung von Lösungsalternativen; Demonstration ausgewählter Lösungsansätze; Entwicklung, Realisierung und Test von Lösungen, Abnahme. Projektentwicklung: Einrichtung, Planung, Kontrolle, Steuerung des Projekts; Dokumentation; Änderungsverfahren. Bearbeitung in den Labors der Hochschule München. Externe Projekte sind unzulässig. Das Belegen dieses Moduls hängt davon ab, ob ein Dozent in einem Labor der Fakultät ein geeignetes Projektthema formulieren und betreuen kann. Deshalb hängt auch der konkrete Inhalt von der Aufgabenstellung im Projekt ab.

### Literatur

Schelle Heinz, Projekte zum Erfolg führen - Projektmanagement systematisch und kompakt, München, Dt. Taschenbuch-Verlag, 2010



Jenny Bruno, Projektmanagement - das Wissen für den Profi, Zürich, vdf, Hochschulverlag an der ETH Zürich

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** Projektbericht und Kolloquium nach Vorgabe des Dozenten

# Projekt Autonome Systeme

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Projekt Autonome Systeme
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. habil. Alfred Schöttl

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Projekt Autonome Systeme
<b>Englischer Titel</b>	Project on Autonomous Systems
<b>Kürzel</b>	EL540 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. habil. Alfred Schöttl
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Projektstudium (3 PROJ)
<b>Studienbelastung</b>	150 = ca. 42 betreut + 108 Stunden Eigenarbeit Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. habil. Alfred Schöttl (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Knowhow im Bereich Mikrocomputer und Embedded Systems

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden wissen, wie Schaltungsplatinen entworfen, aufgebaut und in Betrieb genommen werden. Sie sind mit der Entwicklung der zugehörigen Software, deren Test und Inbetriebnahme vertraut. Sie kennen die Konstruktion und Aufbau mechanischer Komponenten. Die Studierenden sind in der Lage, technische Aufgabenstellungen zu analysieren und Lösungen inklusive Hardware- und Software-Spezifikationen zu erarbeiten. Sie sind vertraut mit der Wahl, dem Einsatz und der Bedienung von Entwicklungs- und Simulationswerkzeugen.

Die Studierenden können komplexe Aufgabenstellungen analysieren, die notwendigen Entwicklungswerkzeuge auswählen und bewerten sowie eigene Lösungen entwerfen und realisieren. Sie besitzen zudem ein Bewusstsein für nicht-technische Belange: Logistik, Teamarbeit, Kommunikation. Die Studierenden können im typischen Arbeitsumfeld eigenverantwortlich arbeiten, Projekte leiten und besitzen die Fähigkeit zu fakultätsübergreifender Teamarbeit.

## Inhalt

Jährlich wiederkehrende Entwicklung eines neuen Roboters zur Teilnahme an Wettbewerben. Design, Entwicklung und Optimierung aller Robotermodule in Projektteams. Nach bestandem Funktionstest gemeinsame Exkursion zu den Robotermeisterschaften. Parallel dazu längerfristige Entwicklung an Komponenten für autonome Robotersysteme.

## Literatur

P.Nauth, Embedded Intelligent Systems, Oldenbourg Verlag, 2005

K.Wüst, Mikroprozessortechnik, Verlag Vieweg, 2003

H.Bässmann, J. Kreys, Bildverarbeitung Ad Oculus, 4.Auflage, Springer, 2004

Di Natale et al., Understanding and using the Controller Area Network Communication Protocol, Springer, 2012

**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** nach Vorgabe am Anfang des Semesters

# Projekt Elektrische Fahrzeugantriebe

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Projekt Elektrische Fahrzeugantriebe
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Oliver Bohlen

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Projekt Elektrische Fahrzeugantriebe
<b>Englischer Titel</b>	Project on Electric Automotive Drives
<b>Kürzel</b>	EL545 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Oliver Bohlen
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Projektstudium (3 PROJ)
<b>Studienbelastung</b>	150 = ca. 42 betreut + 108 Stunden Eigenarbeit Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Oliver Bohlen (Modulverantw.), Dr. Herbert Palm

## Empfohlene Voraussetzungen

-

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden besitzen fachliche Kompetenzen zur Analyse komplexer Aufgabenstellungen und Entwicklung von Lösungsstrategien im Bereich der elektrischen Fahrzeugantriebe und Elektromobilität.

Sie können Lösungen aus dem genannten Themenkomplex selbstständig finden und umsetzen. Sie besitzen Kompetenz zur Kommunikation mit Studierenden anderer Fakultäten sowie vertiefte fachliche Kompetenz in einem speziellen Thema aus dem Bereich Elektrische Fahrzeugantriebe und Elektromobilität. Darüberhinaus sind sie in der Lage, als Teil eines Teams zu arbeiten oder auch ein Team zu leiten.

## Inhalt

In Projektteams werden Themen aus dem Umfeld der elektrischen Fahrzeugantriebe und Elektromobilität bearbeitet. Verschiedene Aufgabenstellungen werden zu Beginn des Semesters vorgestellt und Projektgruppen zugeordnet. Die Themen sind den Hochschulprojekten zur Fahrzeugentwicklung (beispielsweise der „Formula Student Electric“, dem Projekt „Porsche SE-Boxster“ oder dem „Shell Eco Marathon“) bzw. deren Umfeld (z.B. Ladestationen) zugeordnet.

## Literatur

Hybrid-, Batterie- und Brennstoffzellen-Elektrofahrzeuge - Technik, Strukturen und Entwicklungen. Renningen, expert-Verlag, 2007

Homepage des HM-Teams des Shell-Eco-Marathon: <http://www.hydro2motion.de>

Homepage des HM-Teams der Formula Student: [www.munichmotorsport.de](http://www.munichmotorsport.de)

**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** nach Vorgabe am Anfang des Semesters

# Projekt Energieeffizienz und Energieoptimierung

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Projekt Energieeffizienz und Energieoptimierung
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Simon Schramm

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Projekt Energieeffizienz und Energieoptimierung
<b>Englischer Titel</b>	Project on Energy Efficiency and Energy Optimization
<b>Kürzel</b>	EL550 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Simon Schramm
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Projektstudium (3 PROJ)
<b>Studienbelastung</b>	150 = ca. 42 betreut + 108 Stunden Eigenarbeit Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Simon Schramm (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlagen Elektrische Messtechnik, Energietechnik, Elektrische Netze

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen alle wesentlichen theoretischen Grundlagen zum Thema Energieeffizienz. Darauf basierend sind sie in der Lage, selbstständig Lösungen für komplexe fachliche Fragestellungen aus diesem Bereich zu finden, einschließlich der geeigneten Methoden zu deren Umsetzung. Sie sind in der Lage, ein komplexes Problem durch effiziente Selbstorganisation und Kommunikation innerhalb eines Projektteams zu lösen. Die Studierenden können in einem typischen Arbeitsumfeld eigenverantwortlich innerhalb eines Teams arbeiten und ggf. ein Team leiten.

## Inhalt

- Charakterisierung von elektrischen Verbrauchern anhand (eigener) elektrischer Messungen (im Zeit- und Frequenzbereich)
- Kategorisierung und Identifizierung von Verbrauchern (elektrisch und thermisch)
- Systematische Analyse und Präsentation des Energieverbrauchs der Hochschule München
- Automatische Lasterkennung bei möglichst geringem Messaufwand
- Recherche zu und Umsetzung von Methoden zur Mustererkennung (Lasterkennung)
- Ermittlung von Energieoptimierungs- und Einsparpotenzialen bei Strom und Wärme mittels Energieaudit
- konkrete Aufgaben für die einzelnen Projektteams werden zu Beginn des Semesters definiert
- Zeitlich hochaufgelöste Erfassung des Wärmeverbrauchs

- Eigene Themen können nach Abstimmung definiert und bearbeitet werden

Hinweis: Nach einer Einführung in die Thematik der Energieeffizienz in ca. ein bis zwei vierstündigen Unterrichtseinheiten werden in der verbleibenden Zeit konkrete Aufgaben in Teams mit jeweils ca. vier Studierenden in Form technischer Projekte bearbeitet.

## **Literatur**

Martin Pehnt, „Energieeffizienz“, Springer Verlag, 2010, ISBN 978-3-642-14250-5

George W. Hart, „Nonintrusive Appliance Load Monitoring“, PROCEEDINGS OF THE IEEE, Vol. 80, No. 12, Dec 1992

Ahmed Zoha, Alexander Gluhak, Muhammad Ali Imran, Sutharshan Rajasegarar, „Non-Intrusive Load Monitoring Approaches for Disaggregated Energy Sensing: A Survey“, Sensors 2012, Vol. 12, 6. Dec 2012

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** Ausführliche schriftliche Projektstudie nach Vorgabe des/der Dozenten zu Semesterbeginn + Kolloquium

# Projekt Kommunikationstechnik und mobile Anwendungen

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Projekt Kommunikationstechnik und mobile Anwendungen
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Michael Dippold

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Projekt Kommunikationstechnik und mobile Anwendungen
<b>Englischer Titel</b>	Project on Communications and Mobile Applications
<b>Kürzel</b>	EL555 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Michael Dippold
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Projektstudium (3 PROJ)
<b>Studienbelastung</b>	150 = ca. 42 betreut + 108 Stunden Eigenarbeit Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Michael Dippold (Modulverantw.), Dr. Thomas Michael

## Empfohlene Voraussetzungen

-

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden besitzen Kenntnisse über Platinendesign und -aufbau sowie die Inbetriebnahme. Sie kennen die Software-Entwicklung mit Test und Inbetriebnahme und die Entwicklung sowie den Aufbau angepasster, lokaler Funknetze.

Sie sind in der Lage, Entwicklungswerkzeuge auszuwählen und zu bewerten sowie technische Aufgabenstellungen zu analysieren. Die Studierenden beherrschen die Erstellung von Hardware- und Software-Spezifikationen und besitzen die Fähigkeit zur Entwicklung und Einzelfertigung selbst entworfener Lösungen. Sie können praxisbezogene Probleme bei Umsetzung kommunikationstechnischer Aufgaben lösen.

Die Studierenden besitzen die Kompetenz zur Teamarbeit und Kommunikation, zu eigenverantwortlichem Arbeiten im typischen Arbeitsumfeld und zur Organisation eines Teams (unter Anleitung, ggf. auch Leitung eines Projektes).

## Inhalt

Mitarbeit an einem über die Semester wachsenden Fahrzeug-Fahrzeug- und Fahrzeug-Infrastruktur-Netz zur Kommunikation zwischen Fahrzeugen und zwischen Fahrzeug und Infrastruktur, insbesondere Arbeiten an der On-Board-Signalverarbeitung, Anschluss von Sensoren, Einrichten von WLAN-Netzen, Entwurf und Umsetzung von Anwendungen. Der konkrete Inhalt hängt von den zu Semesterbeginn definierten Aufgabenpaketen und der Zuordnung zu den Projektteams ab.

## Literatur

gemäß Angabe des/der Dozenten zum aktuell gewählten Projektthema



**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** Schriftliche Projektarbeit

# Projekt Mechatronik

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Projekt Mechatronik
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Egon Sommer

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Projekt Mechatronik
<b>Englischer Titel</b>	Project on Mechatronics
<b>Kürzel</b>	EL560 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Egon Sommer
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Projektstudium (3 PROJ)
<b>Studienbelastung</b>	150 = ca. 42 betreut + 108 Stunden Eigenarbeit Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Egon Sommer (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlagen der Programmierung, Entwurf elektronischer Schaltungen, Microcontroller, Regelungstechnik

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden vertiefen Ihre Kenntnisse im Bereich Elektrotechnik und Projekttechnik durch die Entwicklung einer mechatronischen Komponente im Team. Sie sind in der Lage die Aufgabenstellung zu analysieren und Lösungsmöglichkeiten zu evaluieren. Erforderlich sind u.a. die gezielte Extraktion notwendiger Informationen (z.B. aus technischen Datenblättern) sowie die Auswahl der passenden Werkzeuge (CAD, Schaltungsentwicklung, Simulation, Platinenlayout, Softwareentwicklungstools).

Die Studierenden können Ihre eigenen Fertigkeiten einschätzen und in die gemeinsame Planung der Arbeitsinhalte einbringen. Die eigenständige Organisation des Projektteams und -ablaufs ist ein wesentlicher Aspekt der Aufgabe. Dabei ergänzen sie auch die Fähigkeiten sich mit Projektmitgliedern auszutauschen und Entscheidungen zu treffen. Die Studierenden vertiefen insbesondere Ihre Kenntnisse im Umgang mit Entwicklungs- und Testwerkzeugen, wie z.B. Oszilloskop, Logikanalysator, Busanalysatoren und Softwarewerkzeugen. Außerdem ist den Studierenden die Notwendigkeit der Beachtung allgemeiner Randbedingungen, wie z.B. Termine, Kosten und die Koordination eines Teams, bewusst. Sie sind darüber hinaus in der Lage, das Ergebnis des Projekts angemessen zu präsentieren.

## Inhalt

Die Projektaufgabe variiert und wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben. In Projektteams wird Mechanik, Hard- und Software zur Steuerung, Regelung und Betrieb von mechatronischen Komponenten (z.B. mobiler Roboter, Robotergreifer, Motorsteuerungen) erstellt.

Dazu kommen meist moderne Mikrocontroller mit entsprechender Peripherie und 3D-Drucker zum Einsatz.

## Literatur

Schelle Heinz, Projekte zum Erfolg führen - Projektmanagement systematisch und kompakt, München, Dt. Taschenbuch-Verlag, 2010

W. Jakoby: Projektmanagement für Ingenieure, Vieweg+Teubner Verlag, 2010

F. Bollow et. al, C und C++ für Embedded Systems, 2008

R. Barry, Using the FreeRTOS Real Time Kernel - a Practical Guide - Generic Cortex-M3 Edition , 2010

H.D. Stölting, Handbuch Elektrische Kleinantriebe,2011

W. Weydanz, Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, 2006

und wechselnde zusätzliche Literatur/Datenblätter wie z.B.:

S. Angermann, Entwicklung eines unbemannten Flugsystems (VTOL UAV): Auslegung und Konstruktion einer 4-rotorigen, schwebenden Messplattform für Nutzlastanforderungen von bis zu 10kg, 2010, ISBN 978-3-6392-2109-1

## Prüfung

**Prüfungsart und -dauer:** nach Vorgabe am Anfang des Semesters

# Projekt Technische Informatik

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Projekt Technische Informatik
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Rainer Seck

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Projekt Technische Informatik
<b>Englischer Titel</b>	Project on Computer Engineering
<b>Kürzel</b>	EL565 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Rainer Seck
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Projektstudium (3 PROJ)
<b>Studienbelastung</b>	150 = ca. 42 betreut + 108 Stunden Eigenarbeit Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Rainer Seck (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

-

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden vertiefen Ihre Kenntnisse sowohl aus dem Bereich der technischen Informatik als auch dem Bereich des Projektmanagements durch praktische Anwendung der in den vorausgegangenen Semestern erlangten Kenntnisse. Die Studierenden sind in der Lage, eine komplexe Problemstellung aus dem Bereich der technischen Informatik zu analysieren und Lösungen zu entwickeln.

Sie können in Frage kommende Lösungsentwürfe, bestehend aus Kombinationen von Hardware und Software, vergleichen und die jeweils geeignetsten auswählen und umsetzen.

In der Abstimmung mit den anderen Projektteams üben Sie sich in der interdisziplinären Kommunikation. Die Studierenden sind in der Lage, ihren selbst organisierten Arbeitsprozess methodisch zu reflektieren. Sie können ihr Ergebnis dokumentieren und angemessen präsentieren und dabei auch die nichttechnischen Randbedingungen berücksichtigen.

## Inhalt

Die Veranstaltung orientiert sich an der im industriellen Umfeld üblichen Vorgehensweise bei der Bearbeitung komplexer Themen. Je nach Aufgabenstellung werden folgende Aspekte abgedeckt:

Systementwurf: Definition von Anforderungen; Erarbeitung von Lösungskonzepten; Bewertung von Lösungsalternativen; Entwicklung, Realisierung und Test von Lösungen, Abnahme.

Projektentwicklung: Einrichtung, Planung, Kontrolle, Steuerung und Beendigung des Projekts; Dokumentation und Änderungsverfahren.

Die zu bearbeitenden Aufgabenstellungen aus dem breiten Bereich der technischen Informatik sind inhaltlich dergestalt, dass für eine mögliche Lösung ein Systemdesign bestehend aus einer Kombination von Hardware und Software nötig ist, unter Beachtung einer prinzipiellen Tauglichkeit für einen industriellen Einsatz.

Hierzu müssen lösungsabhängig auch jeweils geeignete Entwicklungswerkzeuge für einen Hardwareentwurf und entsprechende Softwareentwicklungswerkzeuge ausgewählt und eingesetzt werden. In der Regel bedingen die Aufgabenstellungen auch die Erarbeitung des Verständnisses der den Aufgabenstellungen zu Grunde liegenden physikalischen und mechanischen Zusammenhänge.

## **Literatur**

Je nach aktuellem Projektthema geeignete Fachliteratur oder/und Fachartikel aus einschlägigen Publikationen

## **Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** nach Vorgabe am Anfang des Semesters

# Ringvorlesung Elektromobilität

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Ringvorlesung Elektromobilität
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Oliver Bohlen

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Ringvorlesung Elektromobilität
<b>Englischer Titel</b>	Lecture Series on Electromobility
<b>Kürzel</b>	EL570 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Oliver Bohlen
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht (3 SU)
<b>Studienbelastung</b>	42 SU + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Oliver Bohlen (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse zum Themenumfeld Elektromobilität

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden besitzen Kenntnisse zu aktuellen Themen aus dem Bereich der Elektromobilität und angrenzenden Themenbereichen sowie interdisziplinären Fragestellungen. Sie sind in der Lage, aktuelle Trends in der Elektromobilität zu analysieren und im Hinblick auf technische, ökonomische oder auch ökologische Belange zu bewerten.

## Inhalt

Fachvorträge von Referenten der Hochschule Münschen sowie Gastreferenten aus Industrie oder Wissenschaft zu ausgewählten Themen der Elektromobilität. Diese können sowohl technische Aspekte der Komponenten als auch interdisziplinäre Themen aus Wirtschaft, Produktion und Politik aufgreifen.

## Literatur

abhängig von den konkreten Vortragsthemen der Dozenten der Hochschule bzw. Gastdozenten aus Industrie und Wissenschaft

## Prüfung

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Robotik

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Robotik
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Gerhard Schillhuber

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Robotik
<b>Englischer Titel</b>	Robotics
<b>Kürzel</b>	EL575 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Gerhard Schillhuber
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Gerhard Schillhuber (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundkenntnisse der Mechanik und Regelungstechnik sowie Programmierkenntnisse

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen den mechanischen und steuerungstechnischen Aufbau von Industrierobotern sowie die sicherheitstechnischen Grundlagen im Hinblick auf den Betrieb von Robotern. Sie kennen die kinematischen Zusammenhänge in der Robotik und verstehen die typischen Steuer- und Regelverfahren. Die Studierenden kennen die üblichen Programmierverfahren und sind in der Lage, Roboterprogramme für unterschiedliche Anwendungen zu entwerfen und zu implementieren.

## Inhalt

- Aufbau und Funktionsweise von Robotern
- Berechnungsverfahren für die Kinematik
- Aufbau von Robotersteuerungen
- Praktische Einführung in die Programmierung und Simulation von Robotern
- Sensorintegration und Greifertechnik
- Integration in Automatisierungsanlagen und Buskommunikation

## Literatur

- Peter Corke: „Robotics, Vision and Control“. Springer-Verlag.
- John J. Craig: „Introduction to Robotics“. Pearson Prentice Hall.
- Richard P. Paul: „Robot Manipulators“. The MIT Press.
- Dieter W. Wloka: „Robotersysteme 1-3“. Springer-Verlag.
- H.-J. Warnecke und R. D. Schraft: „Industrieroboter“. Springer-Verlag.

## Prüfung

**Prüfungsart und -dauer:** zehn bis 20-seitige Projektarbeit, die in Einzelarbeit anzufertigen ist



## Sensorik

### Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Sensorik
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Gregor Feiertag

### Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Sensorik
<b>Englischer Titel</b>	Sensors
<b>Kürzel</b>	EL580 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Gregor Feiertag
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

### Dozent(inn)en

Dr. Gregor Feiertag (Modulverantw.), N.N.

### Empfohlene Voraussetzungen

Physik, Elektrische Messtechnik

### Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden können die Möglichkeiten und Grenzen aktueller Sensoren einschätzen und darauf aufbauend Sensoren auswählen und in Systeme integrieren. Außerdem sind sie in der Lage, technologische Trends in der Sensorik zu bewerten. Sie verstehen die Funktionsweise verschiedener Sensoren und wissen, wie sich diese herstellen lassen.

### Inhalt

Grundbegriffe der Sensorik wie Messunsicherheit oder Kalibrierung  
 Physikalische Grundlagen der Messung von Temperatur, Beschleunigung, Drehrate, Kraft, Drehmoment, Druck, Schall, Magnetfeld, Licht oder Luftfeuchte.  
 Fertigungsverfahren für die Herstellung mikroelektromechanischer (MEMS) Sensoren.  
 Gehäusetechnologien für Sensoren.  
 Schnittstellen zwischen Sensor und System.  
 Kennwerte aktueller Mikrosensoren.  
 Praktikum:  
 - Entwurf und Herstellung eines Dickschicht Kraftsensors  
 - Charakterisierung des Kraftsensors  
 - Bestimmung der Sensitivität und der Hysterese eines MEMS-Mikrofons  
 - Vergleich verschiedener Messprinzipien zur Messung von Luftfeuchte und Luftströmung

**Literatur**

Reif: Sensoren im Kraftfahrzeug, Vieweg Teubner

Tränkle, Obermeier: Sensortechnik, Springer

Hering: Sensoren in Wissenschaft und Technik, Vieweg Teubner

**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

## Software Defined Radio

### Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Software Defined Radio
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Christoph Rapp

### Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Software Defined Radio
<b>Englischer Titel</b>	Software Defined Radio
<b>Kürzel</b>	EL585 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Christoph Rapp
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

### Dozent(inn)en

Dr. Christoph Rapp (Modulverantw.), N.N.

### Empfohlene Voraussetzungen

Grundlagenkenntnisse zur digitalen Signalverarbeitung und zur Nachrichtentechnik (z.B. zu Basisbandsystemen und zu Modulationsverfahren)

### Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen, verstehen und beherrschen effiziente Algorithmen auf dem Gebiet der digitalen Signalverarbeitung für Software-Defined-Radios. Sie sind in der Lage, Kenntnisse aus z.B. der Nachrichtentechnik oder zu Modulationsverfahren in geeignete Signalverarbeitungsalgorithmen für digitale Signalprozessoren (DSP) bzw. für anwenderspezifische integrierte Schaltungen umzusetzen. Sie kennen die Vorteile eines Software-Defined-Radios, aber auch die Grenzen, die Anforderungen (an Hard- und Software) und die Herausforderungen im Rahmen der Realisierung.

### Inhalt

- Übersicht AD/DA Wandler/Quantisierungseffekte/Zahlenformate
- Spezielle Filterstrukturen für Anwendung in der Kommunikationstechnik
- Verarbeitung von Bandpass-Signalen / Empfängerstrukturen / Komplexe Mischer
- Algorithmen zur Erzeugung & Demodulation der gängigen Modulationsformate
- Anwendungen von Polyphasenfilter / Filterbänke
- Anwendungen von adaptiven Filtern / Entzerrern

## Literatur

D. v. Grünigen, Digitale Signalverarbeitung, Hanser Verlag, München, 2001

M. Werner, Digitale Signalverarbeitung mit MATLAB, Grundkurs mit 16 ausführlichen Versuchen; Vieweg/Teubner, 2012

H. Götz, Einführung in die digitale Signalverarbeitung, 3. Auflage, B.G.Teubner, Stuttgart 1998

K.D. Kammeyer, K. Kroschel, Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB-Übungen, 5. Auflage, Teubner Studienbücher, 2002 (z.Vertiefung)

A.V. Oppenheim, R.W. Schafer, J.R. Buck, Zeitdiskrete Signalverarbeitung, 2. Auflage, Pearson Studium, 2004 (z. Vertiefung, aktuelle Auflage ausverkauft!)

A.V. Oppenheim, R.W. Schafer, J.R. Buck, Discrete Time Signal Processing, Third Edition, Pearson New Int. Ed., 2007/20013

E.C. Ifeachor, B.W. Jervis, Digital Signal Processing - A Practical Approach, Addison-Wesley, 2001

Steven W. Smith, The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing, California Technical Publishing, 1999, <http://www.dspguide.com>

## Prüfung

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Symmetric Matrices

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Symmetric Matrices
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Helmut Kahl

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Symmetric Matrices
<b>Englischer Titel</b>	Symmetric Matrices
<b>Kürzel</b>	EL590 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Sommersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Helmut Kahl
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 UE)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 UE + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	englisch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Helmut Kahl (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Grundlagen der linearen Algebra

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Students will realize the 'ubiquity' of symmetric matrices in theory and applications (in nearly every engineering science). They understand their mathematical concepts and know how to apply them in any engineering area. Amongst other things they will master the method of 'linear squares fit' in a numerically stable manner (by help of orthogonal transformations), a method of second order approximation of plane areas and volumes (by help of conics with point symmetry), an efficient method of composition in a (imaginary quadratic class) group that is multifunctional in cryptography.

## Inhalt

- \* Properties and Classification of Symmetric Matrices / Quadratic Forms
- \* Quadrics / Conics with external point of symmetry
- \* The orthogonal group (important for numerical analysis)
- \* Applications in Numerical Analysis:
  - Local extrema of real-valued functions of several variables
  - Least Squares Fit in a numerically stable way
  - Gauss-Seidel iteration with relaxation (for acceleration of convergence)
  - Eigenvalues under perturbation (of symmetric matrices)
- \* Geometric application: Computation of Plane Areas (Second Order Approximation)
- \* Cryptographic application: Composition in imaginary-quadratic class groups

**Literatur**

- D. Serre: Matrices (Theory and applications). 2nd. ed., Springer (2010)  
J. Buchmann/U. Vollmer: Binary Quadratic Forms: An Algorithmic Approach. Springer (2007)  
J.W.S. Cassels: Rational Quadratic Forms. Academic Press, London (1978)

**Prüfung**

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min

# Synchronisation und Frequenzsynthese

## Modul

<b>Modulbezeichnung</b>	Synchronisation und Frequenzsynthese
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Dr. Thomas Michael

## Allgemeine Daten der Lehrveranstaltung

<b>Deutscher Titel</b>	Synchronisation und Frequenzsynthese
<b>Englischer Titel</b>	Synchronization and Frequency Synthesis
<b>Kürzel</b>	EL595 – Wahlpflichtfach
<b>Studiensemester</b>	1/2
<b>Angebotshäufigkeit</b>	in der Regel nur im Wintersemester
<b>ECTS-Kreditpunkte/Modul</b>	5
<b>LV-Verantwortliche(r)</b>	Dr. Thomas Michael
<b>Semesterwochenstunden</b>	3
<b>Lehrform inkl. SWS</b>	Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung/integriertem Praktikum (2 SU + 1 PR)
<b>Studienbelastung</b>	28 SU + 14 PR + 108 Vor-/Nachbereitung = 150 Stunden
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Studiengänge</b>	EL
<b>Medieneinsatz</b>	Tafel, Flipchart, Overheadprojektor, Beamer, E-Learning

## Dozent(inn)en

Dr. Thomas Michael (Modulverantw.), N.N.

## Empfohlene Voraussetzungen

Elektronische Schaltungen, Grundlagen Regelungstechnik, Elektrische Messtechnik

## Modulziele und angestrebte Lernergebnisse/Kompetenzen

Die Studierenden kennen und verstehen den Aufbau und die Funktion von Phasenregelkreisen (PLL) sowie deren Einsatz zur Frequenzsynthese und Takt- und Trägerregeneration in modernen Nachrichtenempfängern. Die Studierenden sind in der Lage, verschiedene Synchronisations- und Frequenzsyntheseverfahren zu analysieren und zu bewerten, deren Eigenschaften und Kenngrößen zu ermitteln und entsprechende Systeme zu dimensionieren. Weiterhin können sie geeignete Messmethoden auswählen, Messungen an Phasenregelkreisen durchführen und diese meßtechnisch beurteilen.

## Inhalt

- Aufbau und grundlegende Funktion von Phasenregelkreisen: Funktion, mathematische Beschreibung und Kenngrößen der Baugruppen (Phasendetektor, Regelfilter und spannungsgesteuerter Oszillator).
- Phasendetektoren: Analoge und digitale Phasendetektoren.
- Linearisierte Beschreibung von Phasenregelkreisen: Linearisierung, Übertragungsfunktion, Kenngrößen und Systemantworten im eingerasteten Zustand.
- Rauschverhalten von Phasenregelkreisen: Phasenrauschen von PLL, Rauschbandbreite, VCO-Phasenrauschen.
- Nichtlinearer PLL: Einrastverhalten von Phasenregelkreisen 2. Ordnung, Arbeitsbereiche.
- Anwendungen von PLL: Frequenzsyntheseverfahren, Takt- und Trägerregeneration, Phasendetektoren für digital modulierte Signale, Modulation/Demodulation.

## Literatur

Best, Roland: Theorie und Anwendungen des Phase-Locked Loops. 5. Auflage Berlin, Offenbach: vde-Verlag; Aarau/Schweiz: AT-Verlag 1993.

Best, Roland: Phase-Locked Loops: Design, Simulation, and Applications. 5. Auflage New York: McGraw-Hill 2003.

Gardner, Floyd M.: Phaselock Techniques. 2. Auflage New York: John Wiley and Sons, Inc. 1979.

Blanchard, Alain: Phase-Locked Loops. Application to Coherent Receiver Design. 1. Auflage New York: John Wiley and Sons, Inc. 1976.

Lindsay, William C.; Chie, Chak M.: A Survey of Digital Phase-Locked Loops. In: Proceedings of the IEEE Vol. 69 (1981) Nr. 4, S. 410-431.

## Prüfung

**Prüfungsart und -dauer:** schriftliche Modulprüfung, 90 min