

Modulhandbuch  
Compilation of Modules

Modulhandbuch für die Master-  
Studiengänge der Fakultät für Elektrotechnik

# Inhaltsverzeichnis / Table of Contents

MD01_Digitale Signalverarbeitung	7
MD02_Cyber Security	9
MD03_Semantic Web and Linked Data Technologies	11
MD04_Integrierte Schaltungen	13
MD05_Advanced Artificial Intelligence	15
MD06_Software Engineering	17
MD07_Betriebssysteme und Rechnernetze	19
MD08_Abtastregelungen	22
MD09_Hochfrequenztechnik	25
MD10_Projektarbeit Rechenzentrum	27
ME01_Elektromobilität und Wasserstoffanlagen	29
ME02_Hochspannungstechnik	32
ME03_Bauelemente der Leistungselektronik	35
ME04_Theorie und Auslegung elektrischer Maschinen	38
ME05_Energieversorgungsnetze	40
ME06_Schaltungen der Leistungselektronik	42
ME07_Netzbetrieb und intelligente Netze	45
ME08_Laborpraktikum Leistungselektronik	48
ME09_Windenergieanlagen	50
ME10_Studienarbeit	52
MM02_Biophotonik	54
MM03_Bildgebende Verfahren	56
MM04_Künstliche Intelligenz in der Medizintechnik	58
MM05_Forschungspraktikum Medizintechnik	60
MM06_Medizinische Bildverarbeitung	62
MM07_Fortgeschrittene Medizintechnik	64
MM08_Forschungsseminar Medizintechnik	66
MM09_Studienarbeit	68
MM10_Masterarbeit	70
MWP_Angewandte Leistungselektronik in der bildgebenden Diagnostik	72
MWP_Antennen und Antennensysteme	74
MWP_Atome und Quanten II	76
MWP_Computational Electromagnetics	79
MWP_Einführung in die Quantenmechanik	81
MWP_Eingebettete Systeme	83
MWP_Elektrochemische Energiespeicher und Energiewandler	85
MWP_Energiewirtschaft	87
MWP_Entwurf Digitaler Systeme mit VHDL	90
MWP_Gravitation und Relativität	92
MWP_High-Power Electromagnetics	94
MWP_Hochenergie-Laser-Effektoren und ihre Anwendungen	96
MWP_Kommunikation im Smart Grid	99

MWP_Kryptographie	101
MWP_Laborpraktikum Elektrische Maschinen	103
MWP_Laborpraktikum Integrierte Schaltungen	105
MWP_Laser Technology	107
MWP_Nichtlineare Regelungen	109
MWP_Parallele Programmierung	112
MWP_Regenerative Energiesysteme im Netzparallelbetrieb	114
MWP_Thermodynamik der Energiewandlungsprozesse	117
MWP_Ultraschall-Bildgebung	119
MWP_Wireless Communication	121
MWP_Wirtschaftsinformatik	123

# Modulübersicht / Abstract of Modules

<b>Titel</b>	<b>Title</b>	<b>LP</b>	<b>Verantwortlicher</b>	<b>Verwendbarkeit</b>	<b>Seite</b>
		CP	Contact Person	Usability	Page
MD01_Digitale Signalverarbeitung	Digital Signal Processing	6	Prof. Dr. NN	P in M.Sc. DigEng, MedEng	7
MD02_Cyber Security	Cyber Security	4	Prof. Dr. Maria Maleshkova	P in B.Sc. LO, M.Sc. DigEng, WP in M.Sc. KeEM, MedEng	9
MD03_Semantic Web and Linked Data Technologies	Semantic Web and Linked Data Technologies	4	Prof. Dr. Maria Maleshkova	WP in M.Sc. LO, P in M.Sc. DigEng	11
MD04_Integrierte Schaltungen	Integrated Circuits	6	Prof. Dr.-Ing. Holger Göbel	P in M.Sc. DigEng, WP in M.Sc. KeEM, MedEng	13
MD05_Advanced Artificial Intelligence	Advanced Artificial Intelligence	4	Prof. Dr. Marcus Stiemer	P in M.Sc. DigEng, WP in M.Sc. KeEM	15
MD06_Software Engineering	Software Engineering	4	Prof. Dr. phil. nat. habil. Bernd Klauer	P in M.Sc. DigEng, WP in M.Sc. MedEng	17
MD07_Betriebssysteme und Rechnernetze	Operating Systems and Computer Networks	8	Prof. Dr. phil. nat. habil. Bernd Klauer	P in M.Sc. DigEng	19
MD08_Abstastregelungen	Digital Control Systems	4	Prof. Dr.-Ing. Joachim Horn	P in M.Sc. DigEng, WP in M.Sc. MedEng, KeEM	22
MD09_Hochfrequenztechnik	Radio Frequency Engineering	6	Prof. Dr.-Ing. Thomas Fickenscher	P in M.Sc. DigEng, WP in M.Sc. MedEng	25
MD10_Projektarbeit Rechenzentrum	Project Work at Computing Centre	10	Die Professoren der Fakultät für Elektrotechnik	P in M.Sc. DigEng	27
ME01_Elektromobilität und Wasserstoffanlagen	Electromobility and Hydrogen Plants	6	Prof. Dr.-Ing. Detlef Schulz	P in M.Sc. KeEM	29
ME02_Hochspannungstechnik	High-Voltage Technology	6	Prof. Dr.-Ing. Detlef Schulz	P in M.Sc. KeEM, WP in M.Sc. MedEng, DigEng	32
ME03_Bauelemente der Leistungselektronik	Power Electronic Devices	6	Prof. Dr.-Ing. Klaus F. Hoffmann	P in M.Sc. KeEM, WP in M.Sc. DigEng, MedEng	35
ME04_Theorie und Auslegung elektrischer Maschinen	Theory and Design of Electrical Machines	6	Prof. Dr.-Ing. Christian Kreischer	P in M.Sc. KeEM, WP in M.Sc. MedEng, DigEng	38
ME05_Energieversorgungsnetze	Energy Supply Networks	6	Prof. Dr.-Ing. Detlef Schulz	P in M.Sc. KeEM	40
ME06_Schaltungen der Leistungselektronik	Power Electronic Circuits	6	Prof. Dr.-Ing. Klaus F. Hoffmann	P in M.Sc. KeEM; WP in M.Sc. DigEng, MedEng	42
ME07_Netzbetrieb und intelligente Netze	Grid Operation and Smart Grids	6	Prof. Dr.-Ing. Detlef Schulz	P in M.Sc. KeEM	45
ME08_Laborpraktikum Leistungselektronik	Power Electronics Laboratory	6	Prof. Dr.-Ing. Klaus F. Hoffmann	P in M.Sc. KeEM	48
ME09_Windenergieanlagen	Wind Power Plants	6	Prof. Dr.-Ing. Christian Kreischer	P in M.Sc. KeEM	50
ME10_Studienarbeit	Student Research Project	14	Die Professoren der Fakultät für Elektrotechnik	P in M.Sc. KeEM	52

MM02_Biophotonik	Biophotonics	4 Prof. Dr. Oleg Pronin	P in M.Sc. MedEng, WP in M.Sc. DigEng, KeEM	54
MM03_Bildgebende Verfahren	Medical Imaging Techniques	6 NN	P in M.Sc. MedEng, WP in M.Sc. DigEng	56
MM04_Künstliche Intelligenz in der Medizintechnik	Artificial Intelligence in Medical Engineering	6 Prof. Dr. Marcus Stierner	P in M.Sc. MedEng	58
MM05_Forschungspraktikum Medizintechnik	Research Internship Medical Engineering	8 Praktikantenamt	P in M.Sc. MedEng	60
MM06_Medizinische Bildverarbeitung	Medical Image Processing	6 NN	P in M.Sc. MedEng, WP in M.Sc. DigEng	62
MM07_Fortgeschrittene Medizintechnik	Advanced Medical Engineering	6 Prof. Dr. NN	P in M.Sc. MedEng	64
MM08_Forschungsseminar Medizintechnik	Research Seminar Medical Engineering	4 Die Professoren der Fakultät für Elektrotechnik	P in M.Sc. MedEng	66
MM09_Studienarbeit	Student Research Project	16 Die Professoren der Fakultät für Elektrotechnik	P in M.Sc. MedEng	68
MM10_Masterarbeit	Master's Thesis	30 Die Professoren der Fakultät für Elektrotechnik	P in M.Sc. KeEM, DigEng, MedEng	70
MWP_Angewandte Leistungselektronik in der bildgebenden Diagnostik	Applied Power Electronics in Medical Imaging	4 Prof. Dr.-Ing. Klaus F. Hoffmann	WP in M.Sc. MedEng, DigEng, KeEM	72
MWP_Antennen und Antennensysteme	Antennas and Antenna Systems	3 Prof. Dr.-Ing. Thomas Fickenscher	WP in M.Sc. DigEng, MedEng	74
MWP_Atome und Quanten II	Atoms and Quanta II	3 Prof. Dr. rer. nat. Detlef Kip	WP in M.Sc. DigEng, MedEng	76
MWP_Computational Electromagnetics	Computational Electromagnetics	4 Prof. Dr. Marcus Stierner	WP in M.Sc. ESDS, DigEng, KeEM, MedEng	79
MWP_Einführung in die Quantenmechanik	Introduction to Quantum Mechanics	3 Prof. Dr.-Ing. Holger Göbel	WP in M.Sc. KeEM, DigEng, MedEng	81
MWP_Eingebettete Systeme	Embedded Systems	3 Prof. Dr. phil. nat. habil. Bernd Klauer	WP in M.Sc. DigEng, MedEng	83
MWP_Elektrochemische Energiespeicher und Energiewandler	Electrochemical Energy Storage and Conversion Devices	2 Prof. Dr.-Ing. Christian Kreischer Lehrbeauftragter: Dr. Karsten Pinkwart	WP in M.Sc. WI EEE, M.Sc. KeEM, MedEng	85
MWP_Energiewirtschaft	Energy Management	5 Prof. Dr. Detlef Schulz	WP in M.Sc. WI EEE, KeEM	87
MWP_Entwurf Digitaler Systeme mit VHDL	Digital Systems Design using VHDL	4 Prof. Dr. phil. nat. habil. Bernd Klauer	WP in M.Sc. DigEng	90
MWP_Gravitation und Relativität	Gravitation and Relativity	3 Prof. Dr.-Ing. Holger Göbel	WP in M.Sc. KeEM, DigEng, MedEng	92
MWP_High-Power Electromagnetics	High-Power Electromagnetics	2 Prof. Dr.-Ing. Stefan Dickmann Lehrbeauftragter: Dr. Martin Schaarschmidt	WP in M.Sc. KeEM, DigEng, MedEng	94
MWP_Hochenergie-Laser-Effektoren und ihre Anwendungen	High-Energy Laser Effectors and their Applications	2 Prof. Dr.-Ing. Stefan Dickmann Lehrbeauftragter: Dr.-Ing. Markus Jung	WP in M.Sc. KeEM, DigEng, MedEng	96
MWP_Kommunikation im Smart Grid	Smart Grid Communication Technologies	3 Prof. Dr.-Ing. Gerd Scholl	WP in KeEM, DigEng	99

MWP_Kryptographie	Cryptography	4	Dr.-Ing. Martin Holters	WP in M.Sc. KeEM, DigEng, MedEng	101
MWP_Laborpraktikum Elektrische Maschinen	Laboratory course electrical machines	6	Prof. Dr.-Ing. Christian Kreischer	WP in M.Sc. KeEM	103
MWP_Laborpraktikum Integrierte Schaltungen	Integrated Cicuits Lab	3	Prof. Dr.-Ing. Holger Göbel	WP in M.Sc. KeEM, DigEng, MedEng	105
MWP_Laser Technology	Laser Technology	4	Prof. Dr. rer. nat. Detlef Kip	WP in M.Sc. ESDS, KeEM, DigEng, MedEng	107
MWP_Nichtlineare Regelungen	Nonlinear Control Systems	4	Prof. Dr.-Ing. Joachim Horn	WP in M.Sc. KeEM, DigEng, MedEng, Mech SSP ADM	109
MWP_Parallele Programmierung	Parallel Programming	3	Prof. Dr. phil. nat. habil. Bernd Klauer	WP in M.Sc. DigEng, MedEng	112
MWP_Regenerative Energiesysteme im Netzparallelbetrieb	Regenerative Energy Systems in Grid-Connected Operation	5	Prof. Dr.-Ing. Detlef Schulz	WP in M.Sc. KeEM	114
MWP_Thermodynamik der Energiewandlungsprozesse	Thermodynamics of Energy Conversion Processes	3	Prof. Dr.-Ing. Markus Schatz	WP in M.Sc. KeEM	117
MWP_Ultraschall-Bildgebung	Ultrasound Imaging	4	Prof. Dr.-Ing. Thomas Fickenscher	WP in M.Sc. MedEng, DigEng	119
MWP_Wireless Communication	Wireless Automation	4	Prof. Dr.-Ing. Gerd Scholl	WP in M.Sc. DigEng, Mech SSP ADM	121
MWP_Wirtschaftsinformatik	Business Information Technology	4	Prof. Dr. Andreas Fink	WP in M.Sc. DigEng	123

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. NN

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

[NN@hsu-hh.de](mailto:NN@hsu-hh.de)

(040) 6541-xxxx

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Die Studierenden werden befähigt, Methoden und Verfahren zur Beschreibung von zeitdiskreten Signalen und Systemen im Zeit- und Frequenzbereich anzuwenden und bei der Analyse und Synthese technischer Systeme systematisch vorzugehen.

**Inhalte / Content**

- Einführung in digitale Nachrichtensysteme und Signale
- Signalabtastung und -rekonstruktion
- Zeitdiskrete Signale und Systeme
- Zeitdiskrete Fourier-Transformation
- Z-Transformation
- Anwendungen: Digitale Filter

Die diskutierten Grundlagen werden dabei stets in den Kontext aktueller Entwicklungen und Forschungsergebnisse gesetzt.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	Trim.
Vorlesung Digitale Signalverarbeitung	V	2	WT
Übung Digitale Signalverarbeitung	Ü	2	WT
Laborübung Digitale Signalverarbeitung	LÜ	2	WT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung mit Hörsaalexperimenten  
Hörsaalübung  
Laborübung

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

formal: keine

inhaltlich: keine

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

P in M.Sc. DigEng, MedEng

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std. /Woche	Std. insges
Vorlesung Digitale Signalverarbeitung	12	2	24
Übung Digitale Signalverarbeitung	12	2	24
Laborübung Digitale Signalverarbeitung	12	2	24
Vor- und Nachbereitung	12	6	72
Prüfungsvorbereitung			36
			180

---

### **Prüfung und Benotung / Evaluation**

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) beendet.

Bei der Bewertung der schriftlichen Prüfung werden Vorleistungen, die studienbegleitend erbracht wurden, durch einen Punktebonus von bis zu 25% der in der schriftlichen Prüfung erreichbaren Punkte berücksichtigt.

Die Vorleistungen können durch erfolgreiches Ablegen von Testaten im Rahmen der Laborübungen erbracht werden.

---

### **Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

### **Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

unbegrenzt

---

### **Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

### **Literatur / Bibliographical References and Course Material**

- Skriptum mit Literaturangaben (Ilias)
  - Übungsaufgabensammlung (Ilias)
  - Sammlung alter Klausuren (Ilias)
-



**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. Maria Maleshkova

---

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

maleshkm@hsu-hh.de  
040/6541-3563

---

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Das Modul vermittelt Grundlagenkompetenz im Bereich der Sicherheit informationstechnischer Systeme. Nach erfolgreichem Besuch des Moduls sind Absolventen befähigt,

- sicherheitsrelevante Aspekte von Anwendungen und Rechnernetzen einzuschätzen und zu bewerten,
  - kryptographische Methoden zu bewerten und einzusetzen
  - lokale und verteilte Systeme bezüglich potenzieller Risikoelemente in der Struktur, der Organisation und im Ablauf zu bewerten
  - lokale und verteilte Systeme bezüglich potenzieller Risikoelemente in der Struktur, der Organisation und im Ablauf zu härten
- 

**Inhalte / Content**

Die fachspezifische Berufsqualifikation und Schlüsselkompetenzen sollen im Besonderen in folgenden Bereichen vermittelt werden:

- \* Grundlagen der Angriffstechniken auf informationstechnische Systeme
  - \* Softwaresicherheit
  - \* Grundlagen der automatisierten Angriffserkennung (z.B. Intrusion Detection)
  - \* Grundlagen des Schutzes informationstechnischer Systeme durch
    - Hardware
    - Software
    - Organisatorische Maßnahmen
    - Bauliche Maßnahmen
  - \* Bedrohungen in der Praxis
    - Arten von Malware
    - Angriffe konstruieren
  - \* Aspekte der militärischen IT-Sicherheit
  - \* Sicherheit und digitale Identitäten
  - \* Sicherheitsbezogene Bewertung und Härtung lokaler und verteilter Systeme an Fallbeispielen
  - \* Kryptographie
    - Strukturelle Grundlagen
    - Mathematische Grundlagen
    - Verschlüsselungsverfahren
  - \* Aktuelle Anwendungen
- 

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	Trim
----------	--------	-----	------

Cyber Security	V	2	WT
Cyber Security	Ü	2	WT

---

### Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods

Aktives Lernen während der Vorlesung mit Vor- und Nachbereitung Praktische Erfahrungskompetenz durch Hands-on- Übungen im PC-Pool.

---

### Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine

inhaltlich: C-Programmierung

---

### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in B.Sc. LO, M.Sc. DigEng, WP in M.Sc. KeEM, MedEng

---

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./ Wochen	Std. insgesamt
Vorlesung	12	2	24
Übung	12	1	12
Vor- und Nachbereitung	12	4	48
Prüfungsvorbereitung	3	12	36
<b>Summe</b>			120

---

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (90 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung abgeschlossen.

---

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

30 (PC-Pool begrenzt).

---

### Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

### Literatur / Bibliographical References and Course Material

Gupta: Computer and Cyber Security: Principles, Algorithm, Applications, and Perspectives

### **Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. Maria Maleshkova

---

### **E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

maleshkm@hsu-hh.de  
040/6541-3563

---

### **Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Das Modul vermittelt Grundlagenkompetenz im Bereich der Semantic Web und Linked Data Technologien  
Besuch des Moduls sind Absolventen befähigt,

- Metadaten und Wissen zu modellieren und zu erfassen
  - RDF anhand von Beispielen zu generieren
  - SPARQL Anfragen zu interpretieren und auszuführen
  - Wissensgraphen zu interpretieren und zu erweitern
  - Nutzen und Risiken von SW Anwendungen einzuschätzen
- 

### **Inhalte / Content**

Die fachspezifische Berufsqualifikation und Schlüsselkompetenzen sollen im Besonderen in folgenden Bereichen vermittelt werden:

- \* Grundlagen des "klassischen" Webs
- \* Grundlagen Semantic Webs (SW)
  - Metainformation
  - Wissen
- \*Standards und Technologien
  - RDF, RDFS
  - SPARQL
- \*Wissensmodellierung
- \*Wissensgraphen
- \* Nutzen und Risiken eines SW
  - Big Data und die Big Data Analysis (s. Big Data Modul)
  - Netzdienste unter Verwendung von Metadaten
    - ~ Suchmaschinen
    - ~ Wikis
- \*Linked Data und Linked Open Data
- \*FAIR
- \* Militärische Nutzung
  - Bedeutung eines internen Semantic Webs
  - Aufklärung durch Nutzung von SWs
  - Eigenrisiken in SWs

Die Lehrinhalte werden kontinuierlich an an aktuelle Entwicklungen und Trends angepasst.

---

### **Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	Trim.
Semantic Web and Linked Data Technologies	V	2	WT
Semantic Web and Linked Data Technologies	Ü	2	WT

### Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods

Aktives Lernen während der Vorlesung mit Vor- und Nachbereitung Praktische Erfahrungskompetenz durch Hands-on-Übungen im PC-Pool.

### Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

keine

### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

WP in M.Sc. LO, P in M.Sc. DigEng

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Wochen	Std. insgesamt
Vorlesung	12	2	24
Übung	12	2	24
Vor- und Nachbereitung	12	4	48
Prüfungsvorbereitung			24
<b>Summe</b>			120

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (90 Min.) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

30 (PC-Pool begrenzt).

### Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

### Literatur / Bibliographical References and Course Material

Literaturangaben erfolgen in der Veranstaltung

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Holger Göbel

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

holger.goebel@hsu-hh.de

040/6541-2752

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Die erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung befähigt Studierende, analoge und digitale Schaltungen zu entwerfen und zu analysieren, verschiedene Realisierungsmöglichkeiten von Logikschaltungen zu bewerten sowie einfache CMOS-Schaltungen zu entwerfen und zu dimensionieren. Dabei wird auch auf aktuelle Entwicklungen des Fachgebiets eingegangen, und die Grenzen der technologischen Entwicklung - insbesondere bei der Prozesstechnik - werden diskutiert.

**Inhalte / Content**

Grundlagen der Halbleiterphysik  
(Materialien, Ladungstransport, Bänderdiagramm)  
Aufbau und Funktion elektronischer Bauelemente  
(Diode, Bipolartransistor, Feldeffekttransistor)  
MOS-Logikschaltungen  
(Aufbau und Funktion von CMOS-Gattern, Dimensionierung, Schaltungstechniken)  
Herstellung integrierter Schaltungen  
(Technologie, Herstellungsverfahren, CMOS-Prozess)

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Vorlesung Integrierte Schaltungen	V	4	FT
Übung Integrierte Schaltungen	Ü	1	FT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung

Hörsaalübung 14-täglich

In dem Fach Integrierte Schaltungen wird bereits seit mehreren Jahren das Konzept des Multimodalen Lernens eingesetzt. Lernende können hier zwischen mehreren Lernformen wählen, die sowohl einzeln anwendbar sind als auch zueinander ergänzend eingesetzt werden können. Dabei wird auf unterschiedliche Lerntypen Rücksicht genommen, indem neben dem Instructor-Paced-Learning, welches durch eine klassische Lehrveranstaltung realisiert wird, auch das Self-Paced-Learning angeboten wird, das auf einem die Vorlesung begleitenden Lehrbuch mit ergänzendem Übungsbuch beruht. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, den angebotenen Stoff entweder auf YouTube oder auf dem Lernserver ILIAS als Video abzurufen. Ergänzt wird das Angebot durch eine Reihe von Applets, die komplexe Sachverhalte interaktiv begreifbar machen. Damit werden unterschiedliche Informationskanäle des Lernenden angesprochen, was die Integration des Erlernen in die bestehende Wissensstruktur deutlich erleichtert. Durch den didaktisch geschickten Aufbau ist dabei die kognitive Überlastung des Lernenden (vgl. hierzu die Kognitive Load Theory) weitgehend ausgeschlossen.

## Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine  
inhaltlich: keine

---

## Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. DigEng, WP in M.Sc. KeEM, MedEng

---

## Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung Integrierte Schaltungen	12	4	48
Übung Integrierte Schaltungen	12	1	12
Vor- und Nachbereitung	12	7	84
Prüfungsvorbereitung			36
			180

---

## Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) beendet.

---

## Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

## Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

35

---

## Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

## Literatur / Bibliographical References and Course Material

H. Göbel  
Einführung in die Halbleiter-Schaltungstechnik  
Springer, Berlin

H. Göbel, H. Siemund  
Übungsaufgaben zur Halbleiter-Schaltungstechnik  
Springer, Berlin

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. Marcus Stiemer

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

[stiemer@hsu-hh.de](mailto:stiemer@hsu-hh.de)

+49 40 6541 2769

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

- Umfassende Beurteilungskompetenz hinsichtlich des Einsatzpotentials und der Risiken von System, die auf künstlicher Intelligenz basieren, im Kontext industrieller, sozio-ökonomischer und kommunikativer Prozesse
- Fähigkeit, Systeme mit intelligenten Komponenten zu konzipieren, zu implementieren und zu analysieren
- Fähigkeit, KI-basierte Komponenten mit anderen informationstechnischen und numerischen Komponenten zur Lösung technologischer Probleme zu kombinieren
- Fähigkeit am aktuellen gesellschaftlichen Diskurs über die Nutzung von künstlicher Intelligenz teilzunehmen

**Inhalte / Content**

Die behandelten Themen werden mit Anwendungsbeispielen aus der aktuellen Forschung der Professur hinterlegt: Reinforcement-Learning, Policy-Optimierung und Bellmann-Gleichung, Unterschiedliche Realisierungen des Reinforcement-Learnings im Kontext von Deep-Learning, Informationsgewinnung aus großen, komplexen Datenmengen (z.B. variationelle Auto-Encoder), Anwendung auf Bild-Daten und Zeitreihen, Konstruktion latenter Räume, Kombination von Verfahren der künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens mit anderen KI- und ML-Verfahren, mit Verfahren der mathematischen Optimierung und mit numerischen Verfahren, Physics Informed Neural Networks, Transfer-Learning, Generative Adversarial Neural Networks, Identifikation leistungsfähiger Strategien, Konzeption von Plattformlösungen für Daten- und Algorithmen-Pipelines zur Bereitstellung von KI-Services

**Modulbestandteile / Composition of Module**

Lecture Title	Type	TWS	HT/WT/FT
Advanced Artificial Intelligence	V	2	FT
Advanced Artificial Intelligence	V	2	FT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

- Vorlesung anhand von Folien (Theorieanteil) und praktischen Programmierbeispielen zum direkten Nachahmen im Computerlabor oder über MS-Teams
- Bereitstellung der gemeinsam entwickelten Grundprogramme zur Variation und weiteren Entwicklung durch die Studierenden
- Programmier- und Problemlösungstraining in Kleingruppen anhand von Musterproblemen zur Daten-Analyse und Visualisierung mittels maschinellen Lernens
- Lernmaterial (Skript, gemeinsam in der Vorlesung entwickelter Python-Code, weitere Code-Beispiele als Vorlage für Programmieraufgaben oder zur Datengenerierung) werden über einen MS-Teams Klassenraum bereitgestellt
- Zielgerichteter Support über persönliche Gespräche oder Chat im MS-Teams Klassenraum
- In der als Prüfung zu absolvierenden „Projektarbeit“ haben die Studierenden die Möglichkeit, gewonnene Kompetenzen direkt auf Fragestellungen anzuwenden, die sich (nach entsprechender Aufbereitung) aus aktuellen Forschungsprojekten der Professur ergeben

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

formal: keine

inhaltlich: Kenntnisse, wie sie in den Bachelor-Modulen „Programmierung der künstlichen Intelligenz“ und „Methoden der künstlichen Intelligenz“ vermittelt werden

---

### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. DigEng, WP in M.Sc. KeEM

---

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Weeks	Hours/Week	Hours Total
Vorlesung	12	2	24
Übung	12	2	24
Vor- und Nachbereitung	12	3	36
Prüfungsvorbereitung			36
			120

---

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Projektarbeit beendet.

Hierfür ist ein dokumentiertes Python-Programm zu erstellen, das gewisse Daten mit Methoden der künstlichen Intelligenz analysiert und die Ergebnisse visualisiert. Dieses Programm ist hinsichtlich seiner Funktionalität und Performanz zu bewerten und zu optimieren.

---

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

### Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

### Literatur / Bibliographical References and Course Material

Folien, Beispielprogramme, Bilder

Ergänzende Quellen:

Dokumentation einschlägiger Python-Bibliotheken im Internet

---



**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. phil. nat. habil. Bernd Klauer

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

bernd.klauer@hsu-hh.de

040/6541-3380

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Studierende dieses Moduls beherrschen nach erfolgreichem Abschluss erweiterte Programmier Techniken und moderne Design-Patterns. Sie erwerben Grundkenntnisse über das teambasierte Management von Programmierprojekten. Sie beherrschen die Grundlagen der Agilen Methoden im Software Engineering. Sie beherrschen die Grundlagen des Computer Aided Software Engineerings (CASE) und erlernen in praktischen Übungen die Anwendung von modernen Werkzeugen zur objektorientierten Modellierung, zur Versionskontrolle, Dokumentation und zum Testen. Sie beherrschen die Grundlagen der Projektplanung, Überwachung und Steuerung.

**Inhalte / Content**

- Grundlagen Software-Projekte
- Versionskontrolle (CASE-Tool-Anwendung, z.B. GIT)
- Softwareentwicklung im Team: Personen und Rollen
- Prozessmodelle
- Projektmanagement, Zeit- und Ressourcenplanung
- Qualitätssicherung
- Testen im Software-Projekt
- Computer Aided Software Engineering (CASE)
- Objektorientierte Modellierung
- Ein Übungsprojekt

Die im Übungsbetrieb zur Anwendung kommenden CASE-Tools werden dem Stand der Technik regelmäßig aktualisiert. In der Vorlesung wird der aktuelle Stand der Wissenschaft im besonderen im Bereich der innovativen Prozessmodelle vermittelt.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Vorlesung Software Engineering	V	2	FT
Übung Software Engineering	Ü	2	FT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Die Vorlesung mit den klassischen Elementen Sprache, Projektionen, Bildern und Texten findet mit den Übungen verschränkt so statt, dass theoretisch erworbene Fähigkeiten und Kompetenzen unmittelbar in Übungselementen vertieft werden können.

Zur Übung werden Aufgaben an Kleingruppen ausgegeben, die in Begleitung bearbeitet werden. Gruppenarbeit wird dabei intensiv gefördert. Die Übungsaufgaben bereiten die Studierenden auf die Klausuraufgaben vor.

---

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

formal: keine  
inhaltlich: keine

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

P in M.Sc. DigEng, WP in M.Sc. MedEng

---

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Software Engineering	12	2	24
Übung zur Vorlesung Software Engineering	12	2	24
Vor- und Nachbereitung	12	3	36
Prüfungsvorbereitung			36
			120

---

**Prüfung und Benotung / Evaluation**

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (80 Minuten) beendet.

---

**Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

**Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

60

---

**Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

**Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Unterrichtsunterlagen werden über <https://ilias.hsu-hh.de> bereitgestellt.

Ergänzende Literatur:

Aktuelle Literaturhinweise in den Veranstaltungen

---

**Sonstiges / Miscellaneous**

Erlaubte Hilfsmittel bei der Abschlussklausur: Keine, außer Unterlagen, die die Professur ggf. bereitstellt.

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. phil. nat. habil. Bernd Klauer

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

bernd.klauer@hsu-hh.de

040 / 6541-3380

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden den inneren Aufbau und die internen Wirkmechanismen eines Betriebssystems erklären. Weiterhin können Sie die Schnittstellen und Abstraktionen zwischen Betriebssystem und Anwendungen erklären und im Rahmen einfacher Beispielanwendungen selbständig umsetzen. Sie können den Aufbau von Computer Netzwerken erklären und besitzen ein Grundverständnis über die Struktur und die Wirkungsweise des Internets. Zusätzlich können sie grundlegende Begriffe der Netzwerksicherheit erklären und können mittels einer Analysesoftware (z.B. Wireshark) Netzwerktraffic analysieren. Sie können Netzwerkschnittstellen als Betriebssystemressourcen verstehen und erklären.

**Inhalte / Content**

**Betriebssysteme**

- Historische Entwicklung und Klassifikation
- Prozesse und Threads
- Kommunikation und Synchronisation
- Ablaufplanungsmethoden
- Speicherhierarchie und -verwaltung
- Massenspeicherverwaltung und Dateisysteme
- Geräteverwaltung
- Rechteverwaltung
- Betriebssysteme im Umfeld eingebetteter Systeme
- Virtuelle Maschinen

**Rechnernetze**

- Grundlagen der Rechnernetze
- Verteilte Systeme
- Kommunikationssysteme
- Das ISO/OSI-Referenzmodell
- Vertiefung über die im ISO/OSI-Modell vorhandenen Dienste und Protokolle über Schicht 2 bis 7
- Technologien, Strukturen und Methoden in Schicht 1
- Das TCP/IP-Modell
- Das Internet

Neueste wissenschaftliche Erkenntnisse im Besonderen in den Bereichen innovativer Betriebssystemarchitekturen und der schnellen Netzwerktechnologien werden vermittelt.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Betriebssysteme und Rechnernetze 1	V	2	HT

Betriebssysteme und Rechnernetze 1	Ü	2	HT
Betriebssysteme und Rechnernetze 2	V	2	WT
Betriebssysteme und Rechnernetze 2	Ü	2	WT

### Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods

Die Vorlesung mit den klassischen Elementen Sprache, Projektionen, Bildern und Texten findet mit den Übungen verschränkt so statt, dass theoretisch erworbene Fähigkeiten und Kompetenzen unmittelbar in Übungselementen vertieft werden können.

Zur Übung werden Aufgaben an Kleingruppen ausgegeben, die in Begleitung bearbeitet werden. Gruppenarbeit wird dabei intensiv gefördert. Die Übungsaufgaben bereiten die Studierenden auf die Klausuraufgaben vor.

### Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine  
inhaltlich: keine

### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. DigEng

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung	24	2	48
Übung	24	2	48
Vor- und Nachbereitung	24	4	96
Prüfungsvorbereitung			48
			240

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

zwei Trimester

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

### Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

### Literatur / Bibliographical References and Course Material

Unterrichtsunterlagen werden über <https://ilias.hsu-hh.de> bereitgestellt.

Ergänzende Literatur:

Aktuelle Literaturhinweise in den Veranstaltungen

## **Sonstiges / Miscellaneous**

Erlaubte Hilfsmittel bei der Abschlussklausur: Keine, außer Unterlagen, die die Professur ggf. bereitstellt.

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Horn

---

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

Joachim.Horn@hsu-hh.de

040/6541-3593

---

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Die Studierenden werden befähigt, grundlegende Methoden zur Analyse und Synthese zeitdiskreter Regelungssysteme anzuwenden.

---

**Inhalte / Content**

1. Einführung
2. Mathematische Beschreibung des Abtastvorgangs
3. Die z-Transformation
  - 3.1 Definition und Beispiele
  - 3.2 Rechenregeln der z-Transformation
    - 3.2.1 Linearität
    - 3.2.2 Verschiebungsregeln
    - 3.2.3 Dämpfungsregel
    - 3.2.4 Differenziationsregel für die Bildfunktion
    - 3.2.5 Faltungsregel der z-Transformation
    - 3.2.6 Anfangswertsatz der z-Transformation
    - 3.2.7 Endwertsatz der z-Transformation
  - 3.3 Übergang vom s-Bereich in den z-Bereich
    - 3.3.1 z-Transformation rationaler Funktionen von s
    - 3.3.2 z-Transformation rationaler Funktionen von  $\exp(-T s)$
    - 3.3.3 z-Transformation von Produkten  $R1(s) \cdot R2(\exp(-T s))$
  - 3.4 Die Umkehrung der z-Transformation
    - 3.4.1 Problemstellung und elementare Korrespondenzen
    - 3.4.2 Rücktransformation rationaler Funktionen von z
4. Beschreibung von Abtastregelungen mit der z-Transformation
  - 4.1 Struktur eines digitalen Regelkreises
  - 4.2 Die z-Übertragungsfunktion
  - 4.3 Die z-Transformation der Abtastregelung
5. Stabilität von Abtastsystemen
  - 5.1 Definition und Stabilitätskriterien
  - 5.2 Stabilitätsuntersuchung mit dem Wurzelortskurvenverfahren
  - 5.3 Algebraische Stabilitätskriterien
6. Entwurf von Abtastreglern mit dem Wurzelortskurvenverfahren
7. Entwurf auf endliche Einstellzeit
  - 7.1 Zur Begriffsbildung
  - 7.2 Synthesegleichungen zur Lösung des Steuerungsproblems
  - 7.3 Lösung der Synthesegleichungen
  - 7.4 Berechnung des Reglers
  - 7.5 Pollage der Regelung auf endliche Einstellzeit
  - 7.6 Algorithmische Realisierung des Reglers
8. Abtastsysteme im Zustandsraum
  - 8.1 Die Zustandsgleichungen eines Abtastsystems
  - 8.2 Zusammenhang mit der z-Übertragungsfunktion
  - 8.3 Zustandsregelung von Abtastsystemen
    - 8.3.1 Reglerberechnung durch Polvorgabe

### 8.3.2 Berechnung des Vorfilters für stationäre Genauigkeit

In den Vorlesungen werden Inhalte im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft behandelt.

---

#### Modulbestandteile / Composition of Module

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Vorlesung Abtastregelungen	V	2	HT
Übung Abtastregelungen	Ü	1	HT

---

#### Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods

Die Vorlesung basiert auf einem Tafelanschrieb, aufwändige Diagramme und Bilder werden als Folie gezeigt. Die Übung findet als Hörsaalübung statt.

---

#### Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine

inhaltlich: Kenntnisse aus Regelungstechnik I

---

#### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. DigEng, WP in M.Sc. MedEng, KeEM

---

#### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung Abtastregelungen	12	2	24
Übung Abtastregelungen	12	1	12
Vor- und Nachbereitung	12	3	36
Prüfungsvorbereitung			48
			120

---

#### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (80 Minuten) beendet.

---

#### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

#### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

#### Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

#### Literatur / Bibliographical References and Course Material

Vorlesungsskript und Übungsaufgaben werden auf der Webseite der Professur und in ILIAS bereitgestellt.

Ergänzende Literatur:

Otto Föllinger: Lineare Abtastsysteme. 5. , durchgesehene Auflage. R. Oldenbourg Verlag, München, 1993.

---

### **Sonstiges / Miscellaneous**

Erlaubte Hilfsmittel bei der Abschlussklausur: ein handbeschriebenes A4-Blatt, nicht programmierbarer Taschenrechner

---



**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Thomas Fickenscher

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

thomas.fickenscher@hsu-hh.de

040/6541-2770

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

- Die Studierenden werden in die Lage versetzt, hochfrequenztechnische Problemstellungen zu verstehen und zu analysieren. Sie können beurteilen, wann ein Problem mit den Methoden der HF-Technik behandelt werden muss.
- Die Studierenden können Netzwerke mit Hilfe von Streuparametern charakterisieren und synthetisieren.
- Sie verstehen die "Phänomene" bei verteilten Netzwerken und können diese erklären.
- Sie verfügen über einen Einblick in den Aufbau und die Funktion von Sendern und Empfängern sowie über die Grundlagen des Funkkanals eines HF Übertragungssystems.

**Inhalte / Content**

Homogene Hochfrequenzleitungen, Dämpfungs- und Phasenmaß, Smith-Diagramm, Transformations- und Anpassungsschaltungen, Streuparameter, Streumatrix, Netzwerkanalyse mittels Streuparameter, Hochfrequenzsysteme, Rauschen, Funkübertragung.

In der Vorlesung werden Inhalte im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft behandelt, dabei werden flexibel aktuelle Entwicklungen berücksichtigt.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Vorlesung Hochfrequenztechnik	V	3	HT
Übung Hochfrequenz- technik	Ü	2	HT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung (Powerpoint / Folien und Tafelanschrieb), mit Demonstrationsexperimenten im Labor für Medical Engineering

Übungen in Kleingruppen:

Die Studierenden erhalten folgendes Lehrmaterial:

- Aufgabensammlung mit den in den Übungen behandelten Aufgaben
- Sammlung von "Trainings"-Aufgaben. Diese sind kurz, einfach zu lösen, sehr nah an der Vorlesung und erfordern wenig Transferleistung. Sie sollen insbesondere schwächere Studierende bei der Einübung von Grundfertigkeiten unterstützen, die für Lösung komplexerer Aufgaben beherrscht werden müssen.
- Sammlung alter Klausuraufgaben, z.T mit Lösungen.

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

formal: keine

### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. DigEng, WP in M.Sc. MedEng

---

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung Hochfrequenztechnik	12	3	36
Übung Hochfrequenz- technik	12	2	24
Vor- und Nachbereitung	12	8	96
Prüfungsvorbereitung			24
			180

---

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

---

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

### Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

### Literatur / Bibliographical References and Course Material

Skriptum mit Literaturangaben digital über <https://ilias.hsu-hh.de> bereitgestellt.

Aufgabensammlungen werden über <https://ilias.hsu-hh.de> bereitgestellt.

Ergänzende Literatur:

David M. Pozar, Microwave Engineering

---

### Sonstiges / Miscellaneous

Erlaubte Hilfsmittel bei der Abschlussklausur: Vorlesungsunterlagen kommentiert, Taschenrechner.

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Die Professoren der Fakultät für Elektrotechnik

---

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

040/6541-0

---

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

In der Projektarbeit im Rechenzentrum sollen die Studierenden zeigen, dass sie in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine Aufgabenstellung aus dem Bereich der verteilten Systeme nach ingenieurwissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Die erlernten Kenntnisse aus den vorangegangenen Modulen sollen dabei zielgerichtet praktisch angewandt und vertieft werden. In der Regel steht die Aufgabenstellung in Zusammenhang mit einem größeren Projekt, das durch den Betreuer aus einer Professur oder des Rechenzentrums bearbeitet wird. Eine Industriekooperation ist möglich, sofern sie sich an den gegebenen Themen orientiert. Der Schwierigkeitsgrad und der wissenschaftliche Anspruch der Studienarbeit gehen dabei über die Bachelor-Arbeit hinaus.

Die fachspezifische Berufsqualifikation und Schlüsselkompetenzen sollen insbesondere gestärkt werden durch:

- Teamarbeit, da die Arbeit nicht allein steht, sondern Zuarbeit darstellt und Zuarbeiten, z.B. durch Hilfskräfte oder Laborpersonal erfordert;
  - Präsentationen über Zwischenstände und Ergebnis der Arbeit;
  - Schriftliche Ausdrucksfähigkeit durch die Erstellung einer Ausarbeitung;
  - Systematische Arbeitsweise durch Aufstellung, Abarbeitung und stetige Aktualisierung eines Meilensteinplans;
  - Studium englischer Fachliteratur.
- 

**Inhalte / Content**

Die Inhalte variieren je nach Aufgabenstellung, sollen sich an einem konkreten Projektvorhaben orientieren und sollen u.a. Anteile aus folgenden Bereichen enthalten:

- Verteilte Systeme
  - Kommunikationssysteme
  - Betriebssysteme
  - Netzwerkdienste
  - Sicherheit in verteilten Systemen
  - Organisation, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Rechenzentren
- 

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/FT/WT
Projektarbeit Rechenzentrum			

---

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

selbständige wissenschaftliche Arbeit

---

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

keine

---

## Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. DigEng

---

## Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Projektarbeit Rechenzentrum			300

---

## Prüfung und Benotung / Evaluation

Projektarbeit.

---

## Dauer in Trimestern / Duration of Module

Fristen sind in der Prüfungsordnung geregelt.

---

## Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

## Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Detlef Schulz

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

detlef.schulz@hsu-hh.de

040/6541-2757

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

- Fähigkeiten zur Anwendung von Grundlagen der Elektromobilität und Wasserstoffanlagen
- Fähigkeiten zur Berechnung typischer Anwendungsfälle von Elektromobilität und Wasserstoffanlagen im Netzbetrieb
- Fertigkeiten zur eigenständigen Auslegung von einfachen Elektromobilitäts- Ladeinfrastrukturen
- Fertigkeiten zur erweiterten Bewertung klimarelevanter Aspekte der Energieversorgung und Mobilität
- Anwendung von Kompetenzen bei der erweiterten Bewertung verschiedener Mobilitätsoptionen
- Fähigkeiten zu systematischem Vorgehen bei der Lösung komplexer Aufgaben

**Inhalte / Content**

- Grundlagen der Batterie-Elektromobilität: Einsatzgebiete von Batterie- und Wasserstoff-Elektromobilität, Vergleich Gesamtwirkungsgrad Elektro- und Wasserstoffmobilität, Vergleich batterieelektrischer und verbrennungsmotorischer Antriebsstrang, Betriebsdiagramm Elektromotor, Topologien des Antriebsstrangs von Elektrofahrzeugen, Antriebskonzepte in Elektrofahrzeugen, Schematische Darstellung des elektrischen Antriebsstrangs, Batterietechnologien, Spezifische Leistung und spezifische Energie für Speichertechnologien, Aufbau von Li-Ionen-Zellen, Fahrzeugakku, Feststoffbatterie, Vor- und Nachteile, Aufbau und Funktion, Maximale Ladeleistungen, Batterielader, On-board ac charger, Off-board dc charger, Typische Konfigurationen für Ladestationen, Hochleistungslader für Elektrobusse, Steckersysteme für Elektrofahrzeuge, Lademodi nach IEC 61851-1 und Ladeparameter, Induktives Laden, Rekuperation, Truck mit Batterieantrieb, LKW mit Wechsel-Akku, Netzintegration von Elektromobilität nach DIN/ISO 15118-20
- Grundlagen der Wasserstoff-Elektromobilität: Effizienz von Batterie- und H<sub>2</sub>-Fahrzeugen, Wirkungsgrad Tank-to-Wheel, Vergleich Klimabilanz (Herstellung/Betrieb) BEV, FCEV, Verbrenner, Klimabilanz von strombasierten Antrieben und Kraftstoffen, Proton-Exchange Fuel Cell, Aufbau eines Brennstoffzellen-Stacks, Struktur eines Brennstoffzellen-Antriebs, Struktur eines Range Extender Antriebs, Komponenten eines Brennstoffzellen-Antriebs, Speicherarten für Wasserstoff und Energiebedarfe, Tanksysteme, Metallhydride: genutzte Werkstoffe, Ein- und Ausspeicherung, Fahrzeug-Beispiele: PkW, Bus, Schiff
- Brennstoffzellen – Grundlagen und Anwendungen: Grundlegende Eigenschaften des Wasserstoffs, „Farbenlehre“ des Wasserstoffs, Brennstoffzellen – Geschichtliche Entwicklung, Wirkungsgradvergleich mit Carnotprozess, Grundlagen der Brennstoffzelle, Aufbau und Wirkprinzip der PEM-Brennstoffzelle, Stackaufbau, Kennlinien der Brennstoffzelle, Nieder- und Hochtemperatur-Brennstoffzellen-Typen, Wirkprinzip der Brennstoffzellentypen, Eigenschaften, Energieträger, Brenngasaufbereitung, Gasreinigung, Anwendungsbeispiele für Brennstoffzellen
- Elektrolyse – Grundlagen und Anwendungen: Einordnung ausgewählter Produktionsverfahren für Wasserstoff, Herstellung von Wasserstoff durch Dampfreformierung aus Erdgas, Wasserstoff-Elektrolysetypen, Wirkungsgrade verschiedener Arten der Wasserstoffproduktion, Funktionsweise eines PEM-Elektrolyseurs, Elektrolyse – Reaktionsgleichungen, Anwendungsbeispiele für Elektrolyseure, Nutzung in Industrieprozessen, Chemische Speicherung, Power-to-Gas, Wasserstoff- Kavernenspeicher
- Elektromobilität im Netzbetrieb Elektro-Pkw und Elektro-Busse: Aufbau, Ladeinfrastrukturen, Ladekurven, Steuerungsmöglichkeiten im elektrischen Netz, Netzplanung zur Integration von Elektromobilität
- Wasserstoffanlagen im Netzbetrieb  
Steuerungsmöglichkeiten im elektrischen Netz, Netzplanung zur Integration von Wasserstoffanlage
- Sektorenkopplung: Infrastruktur-Sektorenkopplung und Sektorenkopplung auf der Verbraucherseite

## Modulbestandteile / Composition of Module

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Vorlesung Elektromobilität und Wasserstoffanlagen	V	2	WT
Übung Elektromobilität und Wasserstoffanlagen	Ü	2	WT

---

## Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods

In den Vorlesungen und Übungen werden Inhalte im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft behandelt, auf aktuelle Entwicklungen wird mindestens hingewiesen. Der praktische Bezug zu aktuellen Forschungsprojekten wird hergestellt.

In der Vorlesung werden Lehrinhalte unter Bezugnahme auf ihre praktischen Anwendungen motiviert und vermittelt.

Vorlesung (Folien und Tafelanschrieb): Die in der Vorlesung gezeigten Folien beinhalten eine gekürzte Darstellung des ausführlichen Vorlesungsskripts.

Übungen in Kleingruppen: Hier werden die Vorlesungsthemen unter Anleitung mit Rechenaufgaben vertieft. Die in den Übungen behandelten Aufgaben werden in Bezug zu praktischen Anwendungen gesetzt und durch diese motiviert.

---

## Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine  
inhaltlich: keine

---

## Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. KeEM

---

## Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung	12	2	24
Übung	12	2	24
Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	12	10	120
Prüfungsvorbereitung			12
			180

---

## Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (80 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

---

## Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

## Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

## Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

## Literatur / Bibliographical References and Course Material

Foliensätze werden zur Verfügung gestellt.

Ergänzende Literatur:

Schulz, D. (Hrsg.): Hamburger Beiträge zum technischen Klimaschutz, Analyse, Digitalisierung und Flexibilisierung von Energiemärkten, Elektromobilität, Sektorenkopplung, Elektroenergienetzen und Wasserstoffsystemen, Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr, Professur für Elektrische Energiesysteme, Hamburg Dezember 2022, Bd. 4, 151 Seiten, ISSN (Druck) 2698-8798, ISBN (Druck) 978-3-86818-252-1, ISSN (Online) 2698-8801, ISBN (Online) 978-3-86818-253-8, doi

Schulz, D. (Hrsg.): Hamburger Beiträge zum technischen Klimaschutz, Stand der Technik und Digitalisierung bei integrierten Energiesystemen, Sektorenkopplungs- und Mobilitätstechnologien, Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr, Professur für Elektrische Energiesysteme, Hamburg Dezember 2021, Bd. 3, 167 Seiten, ISSN (Druck) 2698-8798, ISBN (Druck) 978-3-86818-250-7, ISSN (Online) 2698-8801, ISBN (Online) 978-3-86818-251-4, doi 10.24405/13942

Schulz, D. (Hrsg.): Hamburger Beiträge zum technischen Klimaschutz, Infrastrukturen leitungsgebundener Energieträger, Netze, Speicher, Sektorenkopplung, Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr, Professur für Elektrische Energiesysteme, Hamburg Oktober 2020, Bd. 2, 128 Seiten, ISSN (Druck) 2698-8798, ISBN (Druck) 978-3-86818-247-7, ISSN (Online) 2698-8801, ISBN (Online) 978-3-86818-248-4

Schulz, D. (Hrsg.): Hamburger Beiträge zum technischen Klimaschutz, Aktuelle Infrastruktur- und Technologieansätze in den Bereichen Strom- und Gasnetz, Elektromobilität und Wasserstoffwirtschaft, Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr, Professur für Elektrische Energiesysteme, Hamburg Oktober 2019, Bd. 1, 132 Seiten, ISSN (Druck) 2698-8798, ISBN (Druck) 978-3-86818-247-7, ISSN (Online) 2698-8801, ISBN (Online) 978-3-86818-248-4

---

## Sonstiges / Miscellaneous

Erlaubte Hilfsmittel bei der Abschlussklausur: Keine außer der von der Professur zur Verfügung gestellten Formelsammlung.

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Detlef Schulz

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

detlef.schulz@hsu-hh.de

040/6541-2757

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

- Fähigkeiten zur Anwendung von Grundlagen der Isolationsmaterialien und Durchschlagsmechanismen
- Fähigkeiten zur Berechnung typischer Fehlerfälle in Hochspannungsanlagen
- Fertigkeiten zur eigenständigen Auslegung von einfachen Hochspannungsanlagen
- Fähigkeiten zu systematischem Vorgehen bei der Lösung komplexer Aufgaben

**Inhalte / Content**

- Einführung zu den Anwendungsbereichen der Hochspannungstechnik in der Energieversorgung und bei verschiedenen Mobilitätsoptionen
- Grundlagen: äußere und innere Überspannungen
- Blitzeinschlag, Zustandsänderungen im Netz, Systematik der Überspannungen
- Blitzstoß- und Schaltstoßspannung
- Mindestabstände, konstruktive Auswirkungen, Methoden der Feldberechnung
- Grenzflächen, Schichtdielektrikum, Ersatzschaltbilder für Isolierstoffe
- Schwaiger-Faktor und Anwendungsbeispiele
- Mehrelektrodenanordnungen, tangential belastete Grenzflächen, Werkstoffstörungen
- Elektrische Festigkeit gasförmiger Isolierstoffe: Verlustfaktor, unselbstständige und selbstständige Gasentladung, Streamer- und Townsend-Mechanismus, Parameteruntersuchung für die Durchschlagfeldstärke, Polaritätseffekt, elektrische Festigkeit und Durchschlagsmechanismen
- Elektrische Festigkeit fester Isolierstoffe, Übersicht der Isolierstoffe, Transformerboard, Glimmer, Porzellan
- Aufbau eines Leistungstransformators, Öltransformator, Gießharztransformator
- Parameter: Temperatur, Feuchtigkeit (water tree), Übersicht Kabeltypen und -isolationsaufbau,
- Parameter Schlagweite, Durchschlagskennlinie, elektrischer Durchschlag, Wärmedurchschlag, innere Erosion
- Teilentladungen (TE), innere und äußere, Verhalten der Dielektrizität bei Parametervariation, Stoßspannungskennlinien, Parameter für die Durchschlagfeldstärke, Durchschlagskennlinie
- Flüssige Isolierstoffe: Eigenschaften, Parameter für die Durchschlagfeldstärke, Durchschlagskennlinie, Isolationspegel
- Einfluss des Wassergehaltes auf die Durchschlagfestigkeit, Wassermenge im Transformator, Ofentrocknung, Aufbau eines Leistungstransformators, Wicklungsaufbau eines Leistungstransformators
- Arten von Isolierflüssigkeiten, Vergleich der Isolierflüssigkeiten, Sättigungsbereiche für Feuchtigkeit, Durchschlagspannung, Biologische Abbaubarkeit, Temperaturbeständigkeit
- Faserbrückendurchschlag und Schirmung, zum Vergleich: Schirmung bei gasförmigen Isolierstoffen
- Prüfbedingungen, Auswahl und Erzeugung von Prüfspannungen
- Hochspannungstechnische Gestaltung von Betriebsmitteln

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Vorlesung Hochspannungs- technik	V	2	WT



Übung Hochspannungs- technik	Ü	2	WT
------------------------------------	---	---	----

### Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods

In den Vorlesungen und Übungen werden Inhalte im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft behandelt, auf aktuelle Entwicklungen wird mindestens hingewiesen. Der praktische Bezug zu aktuellen Forschungsprojekten wird hergestellt.

In der Vorlesung werden Lehrinhalte unter Bezugnahme auf ihre praktischen Anwendungen motiviert und vermittelt.

Vorlesung (Folien und Tafelanschrieb): Die in der Vorlesung gezeigten Folien beinhalten eine gekürzte Darstellung des ausführlichen Vorlesungsskripts.

Übungen in Kleingruppen: Hier werden die Vorlesungsthemen unter Anleitung mit Rechenaufgaben vertieft. Die in den Übungen behandelten Aufgaben werden in Bezug zu praktischen Anwendungen gesetzt und durch diese motiviert.

### Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine

inhaltlich: keine

### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. KeEM, WP in M.Sc. MedEng, DigEng

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung Hochspannungstechnik	12	2	24
Übung Hochspannungstechnik	12	2	24
Vor- und Nachbereitung	12	10	120
Prüfungsvorbereitung			12
			180

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

### Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

### Literatur / Bibliographical References and Course Material

Foliensätze werden zur Verfügung gestellt

Ergänzende Literatur:

Küchler, A.: Hochspannungstechnik, Grundlagen, Technologie, Anwendungen, VDI-Buch, 4. Auflage, Wiesbaden: Springer Vieweg 2017, ISBN 978-3-662-54699-4  
Schwaiger, A.: Elektrische Festigkeitslehre, 2. Auflage, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag 1925, ISBN 978-3-642-52530-8  
Heuck, K.; Dettmann, K.-D.; Schulz, D.: Elektrische Energieversorgung, 9. Auflage, Wiesbaden: Springer Vieweg 2013, ISBN 978-3-8348-1699-3

---

### **Sonstiges / Miscellaneous**

Erlaubte Hilfsmittel bei der Abschlussklausur: Keine außer der von der Professur zur Verfügung gestellten Formelsammlung.

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Klaus F. Hoffmann

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

klaus.hoffmann@hsu-hh.de

040/6541-2853

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Leistungshalbleiter sind Schlüsselkomponenten in der Umrichtertechnik und deren Weiterentwicklung trägt maßgeblich zur Fortentwicklung der Stromrichtertechnik bei. Diese Bauelemente sind die Grundlage für hocheffiziente und umweltbewusste leistungselektronische Energiewandlungen im Bereich der erneuerbaren Energien und der Elektromobilität. In diesem Kontext erlangen die Kursteilnehmer die Fähigkeit, die wesentlichen Eigenschaften konventioneller, auf Silizium basierender und moderner, auf Wide-Bandgap-Materialien basierender Leistungshalbleiter zu unterscheiden und zu beschreiben. Ferner werden sie befähigt, die stationären Durchlass- und Schaltverluste der unterschiedlichen Bauelemente zu berechnen und Entwärmungssysteme von Leistungshalbleitern zu dimensionieren. Im Rahmen dieses Moduls werden darüber hinaus Methoden zur Analyse von Kommutierungskreisen vermittelt sowie die Fähigkeit, Datenblätter von modernen Leistungshalbleitern zu analysieren und Gatetreiberschaltungen für Leistungshalbleiter zu dimensionieren.

**Inhalte / Content**

- Einführung in die Grundlagen der Halbleiterphysik für Leistungshalbleiter
- Einführung in die Grundlagen der Herstellung von Leistungshalbleitern
- Einsatzgebiete und Einsatzgrenzen moderner Leistungshalbleiter
- Leistungsdiode mit statischem und dynamischem Verhalten
- Aktive stromgesteuerte Leistungshalbleiter: Thyristor, GTO-Thyristor, IGCT
- Schutzbeschaltungen für Leistungsbauelemente
- Aktive spannungsgesteuerte Leistungshalbleiter: MOSFET und IGBT
- Bauelemente auf Basis von Wide-Bandgap-Materialien (SiC, GaN)
- Analyse und mathematische Beschreibung der Stromrichterkommutierung
- Bestimmung der stationären Durchlass- und Schaltverluste
- Aufbau von diskreten Bauelementen und Leistungsmodulen (Packaging)
- Grundlagen und Modellierung der Entwärmung von Bauelementen
- Lastzyklenfestigkeit und Lebensdauerbetrachtung
- Einfluss von parasitären Elementen (u.a. Gaterückwirkungen)• Gatetreiberschaltungen für Leistungshalbleiter
- Analyse und Auswertung von Datenblättern

In der Vorlesung werden Inhalte im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft behandelt; in diesem Zusammenhang werden aktuelle Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Halbleitercharakterisierung vorgestellt und detailliert diskutiert.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Bauelemente der Leistungselektronik	V	3	WT
Bauelemente der Leistungselektronik	Ü	1	WT

## Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte unter Bezugnahme auf ihre praktischen Anwendungen bzw. Einsatzgebiete vermittelt; dabei kommen Präsentationsfolien in Verbindung mit Tafelanschrieben zum Einsatz. Es werden Kleingruppenübungen zur aktiven Vertiefung des theoretisch aufgebauten Wissens und der erlangten Fähigkeiten, auch unter Nutzung von Simulationen, durchgeführt. Die in den Übungen behandelten Aufgaben werden in Bezug zu leistungselektronischen Applikationen gesetzt und durch diese motiviert. Während des Trimesters werden Zwischentests geschrieben, deren Ergebnisse als studienbegleitende Vorleistungen neben dem Ergebnis der Abschlussklausur zur Modulnote beitragen.

## Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine

inhaltlich: Kenntnisse aus dem Modul Grundlagen der Leistungselektronik oder aus dem Modul Einführung in die Leistungselektronik

## Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. KeEM, WP in M.Sc. DigEng, MedEng

## Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung Bauelemente der Leistungselektronik	12	3	36
Übung Bauelemente der Leistungselektronik	12	1	12
Vor- und Nachbereitung	12	8	96
Prüfungsvorbereitung			36
			180

## Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

Bei der Bewertung der Prüfung werden Vorleistungen, die studienbegleitend erbracht wurden, durch einen Punktebonus von bis zu 11% der in der Prüfung erreichbaren Punkte berücksichtigt.

Die Vorleistungen können durch erfolgreiche Teilnahme an Leistungstests im Rahmen der Übungen erbracht werden.

## Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

## Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

## Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

## Literatur / Bibliographical References and Course Material

Das Kursmaterial wird im Rahmen der Vorlesung zur Verfügung gestellt

Weitere Literatur:

Halbleiter-Leistungsbaulemente, J. Lutz, ISBN 978-3-642-29795-3

Applikationshandbuch Leistungshalbleiter, A. Wintrich, U. Nicolai, W. Tursky, T. Reimann, ISBN 978-3-938843-56-7

Thyristoren – Eigenschaften und Anwendungen, K. Heumann, A. Stumpe, ISBN 3-519-16101-X

Leistungselektronik – Grundlagen und Anwendungen in der elektrischen Antriebstechnik, G. Hagmann, ISBN 978-3-89104-827-6

---

### **Sonstiges / Miscellaneous**

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Christian Kreischer

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

christian.kreischer@hsu-hh.de

040/6541-2060

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

- Fähigkeit zur Bewertung der behandelten Maschinen bzgl. Funktion, Aufwand, Innovationspotential unter Berücksichtigung des jeweiligen Einsatzgebietes
- Fähigkeit zur Auslegung elektrischer Maschinen bzgl. vorgegebener Eigenschaften (insbesondere in Hinblick auf Effizienz und Nachhaltigkeit)
- Fähigkeit zur Anwendung der Prinzipien zur analytischen Behandlung elektrischer Maschinen
- Fähigkeit zur mathematischen Modellierung der praktisch wichtigsten Maschinentypen im stationären und dynamischen Betrieb

**Inhalte / Content**

- Konfigurationen und Maschinentypen
- Werkstoffe
- Wicklungsentwurf
- Basisauslegung
- Analytische Berechnung
- Finite Elemente Berechnung
- Kühlung
- Maschinenoptimierung

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Theorie und Auslegung elektrischer Maschinen	V	3	WT
Theorie und Auslegung elektrischer Maschinen	Ü	1	WT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung:

- In der Vorlesung werden Lehrinhalte unter Bezugnahme auf ihre praktischen Anwendungen motiviert und vermittelt.
- Interaktive Diskussion zur Auslegung einer effizienten und nachhaltigen elektrischen Maschine.

Übung:

- Die in den Übungen behandelten Aufgaben werden in Bezug zu praktischen Anwendungen gesetzt und durch diese motiviert.
- Computergestützte Auslegung und Optimierung einer elektrischen Maschine

## Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine

---

## Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. KeEM, WP in M.Sc. MedEng, DigEng

---

## Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung	12	3	36
Übung	12	1	12
Vor- und Nachbereitung	12	10	120
Prüfungsvorbereitung			12
			180

---

## Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet. Bei der Bewertung der Prüfung werden Vorleistungen, die studienbegleitend erbracht wurden, durch einen Punktebonus von bis zu 10% der in der Prüfung erreichbaren Punkte berücksichtigt. Die Vorleistungen können durch eine aktive Mitarbeit und praktische Umsetzung der Vorlesungsinhalte erbracht werden.

---

## Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

## Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

## Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

## Literatur / Bibliographical References and Course Material

1. G. Müller; B. Ponick, Berechnung elektrischer Maschinen, Wiley 2008
  2. G. Müller; B. Ponick, Theorie elektrischer Maschinen, Wiley 2009
  3. Ekkehard Bolte, Elektrische Maschinen, 2. Auflage, Springer 2018
-

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Detlef Schulz

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

detlef.schulz@hsu-hh.de

040/6541-2757

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

- Fertigkeiten zur Anwendung grundlegender Prinzipien in der Energieübertragung und -verteilung
- Anwendung von Kompetenzen zur Auswahl und zum Betrieb verschiedener Optionen der Energieübertragung und -verteilung
- Anwendung von Kompetenzen bei der Auswahl und Gestaltung von Prinzipien zur Netzregelung
- Fähigkeiten zum Einsatz und zur Bewertung von Netzbetriebsmitteln
- Fähigkeiten zum systematischen Vorgehen bei der Lösung komplexer Aufgaben

**Inhalte / Content**

- Aufbau und Struktur von Energieversorgungsnetzen: Übertragungsnetze, Verteilungsnetze
- Netzausbau und Alternativen
- Struktur von Drehstromnetzen
- Frequenzregelung und Spannungsregelung in Energieversorgungsnetzen
- Netzengpassmanagement und Redispatch
- Aufbau und Funktion von Bordnetzen: Kraftfahrzeuge, Flugzeuge, Schiffe
- Aufbau und Betrieb von Leistungstransformatoren, Lastflusssteuerung, regelbare Ortsnetztransformatoren
- Synchronmaschinen im Netzbetrieb, Kurzschlussverhalten
- Freileitungen, Betrieb langer Leitungen, Kabel, Kompensation, Drosselspulen und Leistungskondensatoren,
- Schalter, Schaltanlagen
- Klimaeffekte durch Netzbetriebsmittel
- Netzurückwirkungen und Netzqualitätsparameter
- Auslegung von Netzen im Normalbetrieb: thermische Belastung, Spannungshaltung
- Inselnetzbildung, Detektion von Inselnetzen
- Zukünftiger Netzbetrieb mit netzbildenden und netzfolgenden Frequenzumrichtern

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Vorlesung Energieversorgungsnetze	V	2	FT
Übung Energieversorgungsnetze	Ü	2	FT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

In den Vorlesungen und Übungen werden Inhalte im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft behandelt, auf aktuelle Entwicklungen wird mindestens hingewiesen. Der praktische Bezug zu aktuellen Forschungsprojekten wird hergestellt. In der Vorlesung werden Lehrinhalte unter Bezugnahme auf ihre praktischen Anwendungen motiviert und vermittelt. Vorlesung (Folien und Tafelanschrieb): Die in der Vorlesung gezeigten Folien beinhalten eine gekürzte Darstellung des ausführlichen Vorlesungsskripts.



Übungen in Kleingruppen: Hier werden die Vorlesungsthemen unter Anleitung mit Rechenaufgaben vertieft. Die in den Übungen behandelten Aufgaben werden in Bezug zu praktischen Anwendungen gesetzt und durch diese motiviert.

---

### Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine

inhaltliche: keine

---

### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. KeEM

---

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung Energieversorgungsnetze	12	2	24
Übung Energieversorgungsnetze	12	2	24
Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	12	10	120
Prüfungsvorbereitung			12
			180

---

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (80 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

---

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

### Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

### Literatur / Bibliographical References and Course Material

Foliensätze werden zur Verfügung gestellt

Ergänzende Literatur:

Schulz, D.: Elektrische Energieversorgung (Kapitel 87), in: Plaßmann, W., Schulz, D. (Hrsg.): Handbuch Elektrotechnik, 7. Auflage, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2016, S. 1006-1069 (64 Seiten), ISBN 978-3658070489

Heuck, K.; Dettmann, K.-D.; Schulz, D.: Elektrische Energieversorgung, 9. Auflage, Wiesbaden: Springer Vieweg 2013, ISBN 978-3-8348-1699-3

---

### Sonstiges / Miscellaneous

Erlaubte Hilfsmittel bei der Abschlussklausur: Keine außer der von der Professur zur Verfügung gestellten Formelsammlung.

---

### **Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Klaus F. Hoffmann

---

### **E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

[klaus.hoffmann@hsu-hh.de](mailto:klaus.hoffmann@hsu-hh.de)

040/6541-2853

---

### **Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Hocheffiziente Stromrichterschaltungen sind eine Schlüsselkomponente im Bereich der erneuerbaren Energien und der Elektromobilität. In diesem Zusammenhang können die Kursteilnehmer Stromrichter nach ihrer inneren und äußeren Wirkungsweise unterscheiden. Darüber hinaus erlangen sie die Fähigkeit, adäquate Topologien für leistungselektronische Anwendungen, insbesondere an Beispielen der Windkraft- und Fotovoltaikanlagen, auszuwählen. Ferner sind die Studierenden befähigt, das Übertragungsverhalten von Umrichtern zu analysieren sowie mathematisch zu beschreiben und Methoden sowohl zur Bauteildimensionierung als auch zur Verlustleistungsbestimmung anzuwenden; dies gilt auch für die passiven Komponenten wie Energiespeicher und Filterstufen. Durch die erworbenen Kenntnisse können die Studierenden Stromrichter hinsichtlich der wichtigsten Parameter applikationsnah auslegen.

---

### **Inhalte / Content**

- Tiefsetz- und Hochsetzsteller im instationären Betrieb, erläutert u.a. an Beispielen für Automotive-Anwendungen
- Gegenüberstellung und Bewertung der Betriebsmodi CCM, BCM und DCM
- Filterauslegung (Gegentakt- und Gleichtaktfilter, Sinusfilter) und Bauteiloptimierung
- Gleichspannungswandler mit Buck-Boost-Eigenschaften: SEPIC, Zeta, Inverter
- Gleichspannungswandler mit galvanischer Trennung (z.B. Sperrwandler und Durchflusswandler)
- Einführung in resonante DC-DC-Wandler, erläutert u.a. am Beispiel von Onboard-Ladesystemen für E-Autos
- Power-Factor-Correction (PFC) und Netzurückwirkungen
- Topologische Anforderungen an leistungselektronische Schaltelemente
- Gegenüberstellung von Strom- und Spannungszwischenkreis-Wechselrichter, erläutert u.a. an Beispielen für Traktionsantriebe moderner Fahrzeuge
- Mehrphasige Wechselrichtertopologien
- Multi-Level-Wechselrichter und ihre Anwendungen, u.a. im Bereich der Hochspannungs-Gleichstrom-Energieübertragung
- Steuerverfahren zur Sinusspannungserzeugung (Pulsweiten- und Blockmodulation, Toleranzbandmethode, Raumzeigermodulation)
- Einführung in den Netz-Wechselrichter-Parallelbetrieb
- Einführung in den Bereich der Schaltentlastungen von modernen Leistungshalbleitern (Zero-Current-Switching, Zero-Voltage-Switching, quasi-resonante Schaltentlastungen)
- Auswahlkriterien für Topologien
- Einführung in netzgeführte Stromrichterschaltungen

In der Vorlesung werden Inhalte im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft behandelt; in diesem Zusammenhang werden aktuelle Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Stromrichtertechnologien vorgestellt und detailliert diskutiert.

---

### **Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel / LV-Art / TWS / Trim.

Schaltungen der Leistungselektronik / V / 2 / FT

Schaltungen der Leistungselektronik / Ü / 2 / FT

---

## Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte unter Bezugnahme auf ihre praktischen Anwendungen bzw. Einsatzgebiete vermittelt; dabei kommen Präsentationsfolien in Verbindung mit Tafelanschrieben zum Einsatz. Es werden Kleingruppenübungen zur aktiven Vertiefung des theoretisch aufgebauten Wissens und der erlangten Fähigkeiten, auch unter Nutzung von Simulationen, durchgeführt. Die in den Übungen behandelten Aufgaben werden in Bezug zu leistungselektronischen Applikationen gesetzt und durch diese motiviert. Während des Trimesters werden Zwischentests geschrieben, deren Ergebnisse als studienbegleitende Vorleistungen neben dem Ergebnis der Abschlussklausur zur Modulnote beitragen.

## Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine

inhaltlich: Kenntnisse aus dem Modul Grundlagen der Leistungselektronik oder aus dem Modul Einführung in die Leistungselektronik

## Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. KeEM; WP in M.Sc. DigEng, MedEng

## Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen		
Vorlesung	12	3	36
Übung	12	1	12
Vor- und Nachbereitung	12	8	96
Prüfungsvorbereitung			36
			180

## Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

Bei der Bewertung der Prüfung werden Vorleistungen, die studienbegleitend erbracht wurden, durch einen Punktebonus von bis zu 11% der in der Prüfung erreichbaren Punkte berücksichtigt.

Die Vorleistungen können durch erfolgreiche Teilnahme an Leistungstests im Rahmen der Übungen erbracht werden.

## Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

## Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

## Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

## Literatur / Bibliographical References and Course Material

Das Kursmaterial wird im Rahmen der Vorlesung zur Verfügung gestellt

Weitere Literatur:

Fundamentals of power electronics, R. Erickson, ISBN 978-1-4757-0559-1

Steuerverfahren für selbstgeführte Stromrichter, F. Jenni, D. Wüest, ISBN 3-519-06176-7

Applikationshandbuch Leistungshalbleiter, A. Wintrich, U. Nicolai, W. Tursky, T. Reimann, ISBN 978-3-938843-56-7



### **Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Detlef Schulz

---

### **E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

detlef.schulz@hsu-hh.de

040/6541-2757

---

### **Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

- Fähigkeiten zur Berechnung von Kurzschlüssen in Netzen.
  - Kompetenzen zur Anwendung der Berechnungsmethode der Symmetrischen Komponenten.
  - Die Teilnehmer können ihre erworbenen Kenntnisse bei der Betriebsführung von konventionellen und intelligenten Netzen verwenden.
  - Fähigkeiten, intelligente Netze als Instrument zur Realisierung eines erzeugungsgerechten Energieverbrauchs einzusetzen.
  - Es werden Fertigkeiten zur eigenständigen Lösung von Dimensionierungsaufgaben bei Stromnetzen erworben.
- 

### **Inhalte / Content**

- Dreipoliger Kurzschluss: Generatorferner Kurzschluss, Lichtbogen, Kurzschlusswinkel, Stoßkurzschlussstrom, Stoßfaktor, Generatornaher Kurzschluss, Abklingfaktor bei Asynchronmaschinen, Kurzschlüsse in Bordnetzen
  - Auslegung von Netzen gegen Kurzschlusswirkungen: kurzschlussfestes Netz, Charakterisierung von Lichtbogenkurzschlüssen, Kraftwirkung auf Leiter, Einpolige und dreipolige Kapselung, Thermische Kurzschlussfestigkeit, Wärmewirkung durch Gleich- und Wechselstrom, Kurzzeitstromdichte
  - Symmetrische Komponenten: Strom-Spannungs-Verhalten von symmetrischen Netzen mit unsymmetrischer Einspeisung, Matrizendarstellung, Impedanzen von Betriebsmitteln, Phasendrehende Transformatoren, Synchronmaschine, Nullströme im Drehstromsystem
  - Unsymmetrische Fehler: Kurzschlussarten, Erdkurzschluss, Unsymmetrische Zeigersysteme, Stromaufteilung beim Erdkurzschluss, Zweipoliger Kurzschluss mit Erdberührung, Einpolige Leiterunterbrechung, Unsymmetrische Mehrfachfehler, Transiente und stationäre Ersatzschaltbilder
  - Netzstabilität a Kurzschlussleistung in Netzen und transiente Generatorstabilität, Beeinflussung der Kurzschlussleistung, Stoßstrombegrenzer, transiente Generatorstabilität nach Kurzschluss, Stabilität des Einmaschinensystems, Flächenkriterium, Maßnahmen zur Stabilitätsverbesserung, b Transiente Spannungsstabilität: Wellenausbreitung, verlustfreie Leitung, Betriebsarten von Leitungen, Leitungskompensation, Stabilitätskurven, Spannungsinstabilität, Leitungsbetrieb
  - Auslegung von Schaltern: Grundlagen und Einschwingspannungen: Auslegungskriterien für Schalter, Einschwingspannung nach Schalterklemmenkurzschluss, Berechnung von Einschwingspannungen, Bewertung mit der Referenz- und Verzögerungslinie, Abstandskurzschluss
  - Netzbetrieb und Netzplanung, intelligente Netze: Betriebsführung und Netzführung, Dreipunkt-Automatisierung im Verteilnetz, Frequenzregelung im Inselnetz und Verbundnetz, Anforderungen an Kraftwerke, Aufgaben intelligenter Netze, Intelligente Netze, Smart Meter, Intelligente Netzsteuerung, Steuerung von Lasten, Zukünftige Netzführung, Assistenzsysteme, Zukünftige automatisierte Systemführung, Netzwiederaufbau
  - Sternpunktbehandlung in elektrischen Netzen: Netz ohne Sternpunkterdung (OSPE), Resonanzsternpunkterdung (RESPE), Niederohmige Sternpunkterdung (NOSPE), Erdschlusskompensation mit kurzzeitig niederohmiger Sternpunkterdung (KNOSPE), Ferroresonanz
  - Schutz gegen hohe Berührungsspannungen: Zulässige Körperströme und Berührungsspannungen, Direkter und indirekter Berührungsschutz, Ausführung von Erdungsanlagen
- 

### **Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Vorlesung Netzbetrieb und intelligente Netze	V	2	HT
Übung Netzbetrieb und intelligente Netze	Ü	2	HT

---

### Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods

In den Vorlesungen und Übungen werden Inhalte im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft behandelt, auf aktuelle Entwicklungen wird mindestens hingewiesen. Der praktische Bezug zu aktuellen Forschungsprojekten wird hergestellt.

In der Vorlesung werden Lehrinhalte unter Bezugnahme auf ihre praktischen Anwendungen motiviert und vermittelt.

Vorlesung (Folien und Tafelanschrieb): Die in der Vorlesung gezeigten Folien beinhalten eine gekürzte Darstellung des ausführlichen Vorlesungsskripts.

Übungen in Kleingruppen: Hier werden die Vorlesungsthemen unter Anleitung mit Rechenaufgaben vertieft. Die in den Übungen behandelten Aufgaben werden in Bezug zu praktischen Anwendungen gesetzt und durch diese motiviert.

---

### Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine

inhaltlich: keine

---

### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. KeEM

---

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung Netzbetrieb und intelligente Netze	12	2	24
Übung Netzbetrieb und intelligente Netze	12	2	24
Vor- und Nachbereitung	12	10	120
Prüfungsvorbereitung			12
			180

---

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (80 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

---

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

### Anmeldeformalitäten / Registration

### **Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Foliensätze werden zur Verfügung gestellt.

Ergänzende Literatur:

Schulz, D.: Elektrische Energieversorgung (Kapitel 87), in: Pläßmann, W., Schulz, D. (Hrsg.): Handbuch Elektrotechnik, 7. Auflage, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2016, S. 1006-1069 (64 Seiten), ISBN 978-3658070489

Heuck, K.; Dettmann, K.-D.; Schulz, D.: Elektrische Energieversorgung, 9. Auflage, Wiesbaden: Springer Vieweg 2013, ISBN 978-3-8348-1699-3

---

### **Sonstiges / Miscellaneous**

Erlaubte Hilfsmittel bei der Abschlussklausur:

Keine außer der von der Professur zur Verfügung gestellten Formelsammlung.

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Klaus F. Hoffmann

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

klaus.hoffmann@hsu-hh.de

040/6541-2853

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Die im Rahmen der Leistungselektronik-Vorlesungen und -Rechenübungen erworbenen Kompetenzen werden mittels Laborübungen vertieft und gefestigt. Hierzu werden Laboraufgaben bearbeitet, die einen Bezug zu leistungselektronischen Anwendungen im Bereich der klimafreundlichen elektrischen Energie- und Mobilitätsysteme aufweisen. Die Teilnehmer können Messmethoden und Messmittel der Leistungselektronik auswählen und zielgerichtet einsetzen. Ferner werden die Auswertung und Interpretation von Messgrößen leistungselektronischer Schaltungen vermittelt. Darüber hinaus wenden die Studierenden Methoden zur Fehlervermeidung und Fehlersuche innerhalb leistungselektronischer Laboraufbauten an.

**Inhalte / Content**

- Netzgeführter Stromrichter in Zweipuls-Brückenschaltung
- Netzgeführter Stromrichter in Drehstrombrückenschaltung
- Gleichspannungswandler zur Bordstromversorgung im Bereich der Elektromobilität
- Analyse des dynamischen und statischen Verhaltens einer Leistungsdiode
- Doppelpuls-Methode zur Charakterisierung von Bauelementen
- Drehstrom-Wechselrichter für moderne Traktionsantriebe

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Laborpraktikum Leistungselektronik	LÜ	2	HT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Laborübungen in Kleingruppen zur aktiven Vertiefung des theoretisch aufgebauten Wissens und der erlangten Fähigkeiten. Die Durchführung der Laboraufgaben erfordert von den Studierenden eine selbständige Vorbereitung anhand der bereitgestellten Unterlagen. Die Durchführung erfolgt ebenfalls selbständig, wobei das Lehrpersonal für Fragen und nötige Hilfestellungen bereitsteht. Die Laboraufgaben sind praxisnah gestaltet und werden durch Aufgabenstellungen aus der Praxis motiviert.

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

formal: Keine

inhaltlich: Kenntnisse aus den Modulen Bauelemente der Leistungselektronik und Schaltungen der Leistungselektronik

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

P in M.Sc. KeEM

**Arbeitsaufwand / Work Load**



	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Laborübung	12	2	24
Vor- und Nachbereitung	12	3	36
Prüfungsvorbereitung			30
			90

---

### **Prüfung und Benotung / Evaluation**

Das Modul wird mit einer mündlichen Prüfung beendet.

---

### **Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

### **Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

unbegrenzt

---

### **Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

### **Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Das Kursmaterial wird im Rahmen der Vorlesung zur Verfügung gestellt

Weitere Literatur:

Fundamentals of power electronics, R. Erickson, ISBN 978-1-4757-0559-1

Steuerverfahren für selbstgeführte Stromrichter, F. Jenni, D. Wüest, ISBN 3-519-06176-7

Applikationshandbuch Leistungshalbleiter, A. Wintrich, U. Nicolai, W. Tursky, T. Reimann, ISBN 978-3-938843-56-7

Power Electronics – Converters, Applications and Design, N. Mohan, T. Undeland, W. Robbins, ISBN 978-3030438791

Thyristoren – Eigenschaften und Anwendungen, K. Heumann, A. Stumpe, ISBN 3-519-16101-X

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Christian Kreischer

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

christian.kreischer@hsu-hh.de

040/6541-2060

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

- Fähigkeit zur Bewertung von Aufbau, Funktionsweise und Betrieb von Windenergieanlagen
- Bewertung unterschiedlicher Energiewandlungskonzepte
- Fähigkeit zur Bewertung der behandelten Systeme bzgl. Funktion, Aufwand, Robustheit
- Fähigkeit zum analytischen Rotorblattentwurf

**Inhalte / Content**

- Geschichte der Windenergienutzung
- technisch-historische Entstehung der modernen Theorie der Windenergienutzung
- Physik des Windes
- Windmessungen
- Standortbeurteilungen
- Aerodynamik des Windturbinenrotors
- Wandlungskonzepte
- konstruktiver Aufbau
- Strukturbelastung und Festigkeitsüberlegungen
- Betriebsführung und Regelung
- Kosten und Wirtschaftlichkeit

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Windenergieanlagen	V	2	HT
Windenergieanlagen	Ü	1	HT
Windenergieanlagen	LÜ	1	HT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung:

- In der Vorlesung werden Lehrinhalte unter Bezugnahme auf ihre praktischen Anwendungen motiviert und vermittelt.
- Vorlesungsinhalte werden interaktiv präsentiert.

Übung:

- Die in den Übungen behandelten Aufgaben werden in Bezug zu praktischen Anwendungen gesetzt und durch diese motiviert.
- Übung mit aktiven Diskussionsteilen, Laborübung und Exkursion

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

formal: keine.

## Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. KeEM

---

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insgesamt
Vorlesung	12	2	24
Übung	12	1	12
Laborübung	2	6	12
Vor- und Nachbereitung	12	9	108
Prüfungsvorbereitung			24
			180

---

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (80 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

---

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

### Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

### Literatur / Bibliographical References and Course Material

- Gasch, R.: Windkraftanlagen (6. Aufl.), Teubner
  - Hau, E.: Windkraftanlagen (4. Auflage), Springer
  - Heier, S.: Windkraftanlagen: Systemauslegung, Netzintegration und Regelung (4. Aufl.), Teubner
-

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Die Professoren der Fakultät für Elektrotechnik

---

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

040/6541-0

---

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

In der Studienarbeit sollen die Studierenden zeigen, dass sie in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine Aufgabenstellung auf dem Gebiet der klimafreundlichen elektrischen Energie und Mobilität nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Die erlernten Kenntnisse aus den vorangegangenen Modulen sollen dabei zielgerichtet praktisch angewandt und vertieft werden. In der Regel steht die Aufgabenstellung in Zusammenhang mit einem größeren

Projekt, das durch den Betreuer an der jeweiligen Professur - häufig als Industriekooperation - bearbeitet wird. Der Schwierigkeitsgrad und der wissenschaftliche Anspruch der Studienarbeit gehen dabei über die Bachelor-Arbeit hinaus.

Die fachspezifische Berufsqualifikation und Schlüsselkompetenzen sollen insbesondere gestärkt werden durch:

- Teamarbeit, da die Arbeit nicht allein steht, sondern Zuarbeit darstellt und Zuarbeiten, z.B. durch Hilfskräfte oder Laborpersonal erfordert;
  - Präsentationen über Zwischenstände und Ergebnis der Arbeit;
  - Schriftliche Ausdrucksfähigkeit durch die Erstellung einer Ausarbeitung;
  - Systematische Arbeitsweise durch Aufstellung, Abarbeitung und stetige Aktualisierung eines Meilensteinplans;
  - Studium englischer Fachliteratur.
- 

**Inhalte / Content**

Die Inhalte variieren je nach Aufgabenstellung und können u.a. Anteile aus folgenden Bereichen enthalten:

- Theorie
  - Aufbau und Vermessung und Erprobung von Geräten
  - Software-Erstellung.
- 

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/FT/WT
Studienarbeit			s. FSPO

---

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

selbständige wissenschaftliche Arbeit

---

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

keine

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

P in M.Sc. KeEM

---

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Studienarbeit			420

---

**Prüfung und Benotung / Evaluation**

Projektarbeit.

---

**Dauer in Trimestern / Duration of Module**

Fristen sind in der Prüfungsordnung geregelt.

---

**Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**


unbegrenzt

---

**Anmeldeformalitäten / Registration**

gem. Prüfungsordnung

---



**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. Oleg Pronin

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

oleg.pronin@hsu-hh.de  
040/6541-2756

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Die Teilnehmenden

- verstehen die Grundlagen der Optik und des Lasers
- können geeignete optische Verfahren für verschiedene praktische Aufgabenstellungen unter Berücksichtigung ihrer Möglichkeiten und Grenzen auswählen.

**Inhalte / Content**

- 1 Grundlagen
  - 1.1 Optische Grundlagen, Polarisation, Beugung und Interferenz
  - 1.2 Wellenleiter und Lichtleitfasern
  - 1.3 Laser
  - 1.4 Absorption und Lichtstreuung in biologischem Gewebe
- 2 Bildgebende Verfahren
  - 2.1 Konfokale Mikroskopie
  - 2.2 Multiphotonenmikroskopie
  - 2.3 Optische Kohärenztomographie
  - 2.4 Fluoreszenzbildgebung
- 3 Spektroskopische Verfahren
  - 3.1 Absorptionsspektroskopie
  - 3.2 Infrarotspektroskopie
  - 3.3 Laser-Scanning-Mikroskopie
  - 3.4 Raman-Spektroskopie
- 4 Lasertherapieverfahren
  - 4.1 Thermokoagulation
  - 4.2 Laserablation von Gewebe
- 5 Optische Sensorik
  - 5.1 Blutsensoren
  - 5.2 Gewebesensoren
- 6 Optische Pinzetten

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Vorlesung Biophotonik	V	2	WT
Übung Biophotonik	Ü	2	WT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung mit Folienpräsentation. Der Kurs wird mit zahlreichen Anwendungsbeispielen, kurzen Videos und einfachen experimentellen Demonstrationen begleitet, um die Aufmerksamkeit der Studierenden zu erhalten und sie zum Lernen zu motivieren.  
Die Übung findet als Hörsaalübung statt.

## Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

keine

---

## Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. MedEng, WP in M.Sc. DigEng, KeEM

---

## Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung Biophotonik	12	2	24
Übung Biophotonik	12	2	24
Vor- und Nachbereitung	12	3	36
Prüfungsvorbereitung			36
			120

---

## Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (80 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

Bei der Bewertung der Prüfung werden Vorleistungen, die studienbegleitend erbracht wurden, durch einen Punktebonus von bis zu 25% der in der Prüfung erreichbaren Punkte berücksichtigt.

Die Vorleistungen können durch das erfolgreiche Ablegen vorlesungsbegleitender Testate erbracht werden.

---

## Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

## Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

## Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

## Literatur / Bibliographical References and Course Material

Paras N. Prasad "Introduction to Biophotonics," 2003 John Wiley & Sons, Inc.

Zusätzliche Literatur wird in der Vorlesung vorgestellt

---

## Sonstiges / Miscellaneous

Erlaubte Hilfsmittel in der Klausur: nicht programmierbarer Taschenrechner

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

NN

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

[NN@hsu-hh.de](mailto:NN@hsu-hh.de)

040 / 6541 -

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Die Studierenden erhalten vertieftes Verständnis über die Funktionsweise bildgebender Verfahren. Dadurch werden sie nicht nur in die Lage versetzt, für diagnostische Einsatzfelder die geeigneten Bildgebungsverfahren identifizieren zu können, sondern auch, diese kritisch hinsichtlich ihrer Fähigkeitsgrenzen bewerten zu können. Ferner erhalten die Studierenden das nötige Rüstzeug, um selbst an der Entwicklung medizinischer Bildgebungsverfahren und deren technischer Umsetzung mitzuwirken.

**Inhalte / Content**

- Einführung
- Physik des Projektionsröntgen
- biologische Auswirkungen ionisierender Strahlung
- Grundlagen der digitalen Bildverarbeitung
- Computertomographie
- Magnetresonanztomographie
- Positronen-Emissions-Tomographie
- Ultraschall
- aktuelle Entwicklungen im Bereich der bildgebenden Verfahren

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Vorlesung Bildgebende Verfahren	V	4	WT
Übung Bildgebende Verfahren	Ü	2	WT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung (Folien und Tafelanschrieb)

Übung (selbstständiges Bearbeiten von Aufgaben in Kleingruppen, Diskussion der Ergebnisse)

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

formal: keine



### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. MedEng, WP in M.Sc. DigEng

---

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung Bildgebende Verfahren	12	4	48
Übung Bildgebende Verfahren	12	2	24
Vor- und Nachbereitung	12	5	60
Prüfungsvorbereitung			48
			180

---

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (80 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet. Bei der Bewertung der Prüfung werden Vorleistungen, die studienbegleitend erbracht wurden, durch einen Punktebonus von bis zu 25% der in der Prüfung erreichbaren Punkte berücksichtigt. Die Vorleistungen können durch erfolgreiche Teilnahme an Leistungstests im Rahmen der Übungen erbracht werden.

---

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

### Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

### Literatur / Bibliographical References and Course Material

Skriptum mit Literaturangaben und Aufgabensammlungen werden über <https://ilias.hsu-hh.de> bereitgestellt.

Ergänzende Literatur:

O. Dössel: Bildgebende Verfahren in der Medizin

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. Marcus Stiemer

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**[stiemer@hsu-hh.de](mailto:stiemer@hsu-hh.de)

040/6541-2769

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

- Fähigkeit, Einsatzpotentiale und -Risiken von Methoden der künstlichen Intelligenz zur Analysemedizinischer und technischer Daten in medizintechnischen Systemen zu erkennen und zu beurteilen
- Fähigkeit, ein maßgeschneidertes, auf maschinellem Lernen bzw. künstlicher Intelligenz basierendes Framework zur Analyse medizinischer und technischer Daten in medizintechnischen Systemen zu konzipieren und zu implementieren
- Umfangreiche Programmierkompetenz (in Python), um Verfahren des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz in medizintechnischen Anwendungen zu implementieren, zu analysieren und zu optimieren

**Inhalte / Content**

- Übersicht über den Stand der Technik des Einsatzes von Verfahren der statistischen Datenanalyse, des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz in medizintechnischen Systemen,
- Skizze verschiedener Fallbeispiele in Diagnostik und Therapie,
- Übersicht über Verfahren der künstlichen Intelligenz,
- Begriffsdefinitionen,
- Aufbau einer Daten-Analyse und Entwicklungsumgebung auf dem eigenen PC,
- Programmierkurs Python, Datenanalyse mit Python (elementare statistische Verfahren, Datenvisualisierung, Regression, Klassifikation, Clustering),
- Umgang mit KI-relevante Python Bibliotheken,
- Programmierung und Analyse verschiedener Verfahren des maschinellen Lernens (z.B. Support Vector Machines) anhand medizintechnischer Fallbeispiele, Neuronale Netze und Deep Learning (Konzepte, Designs, Einführung in Lerntheorien, Abgrenzung und Vergleich zu anderen Verfahren des maschinellen Lernens, beispielhafte Anwendungen), automatisiertes Hyperparameter tuning, Datengewinnung und Aufbereitung für maschinelles Lernen in der Medizintechnik, Behandlung hochdimensionaler Daten (Feature-Extraction, Architekturen mit Auto-Encodern), Analyse und Visualisierung von Lernverfahren, Convolutional Neural Networks, Analyse von Zeitreihen und Bilddaten in der Medizintechnik, weiterführende Lernverfahren (z.B. Reinforcement Learning), Überwachung KI-basierter Komponenten in medizintechnischen Systemen hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit
- Bezug zu Beispielen und Anwendungen aus der aktuellen Forschung

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Künstliche Intelligenz in der Medizintechnik	V	3	FT
Künstliche Intelligenz in der Medizintechnik	Ü	3	FT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

- Vorlesung anhand von Folien (Theorieanteil) und praktischen Programmierbeispielen zum direkten Nachahmen im Computerlabor oder über MS-Teams

- Bereitstellung der gemeinsam entwickelten Grundprogramme zur Variation und weiteren Entwicklung durch die Studierenden
- Programmier- und Problemlösungstraining in Kleingruppen anhand von Musterproblemen zur Daten-Analyse und Visualisierung mittels maschinellen Lernens
- Lernmaterial (Skript, gemeinsam in der Vorlesung entwickelter Python-Code, weitere Code-Beispiele als Vorlage für Programmieraufgaben oder zur Datengenerierung) werden über einen MS-Teams Klassenraum bereitgestellt
- Zielgerichteter Support über persönliche Gespräche oder Chat im MS-Teams Klassenraum
- In der als Prüfung zu absolvierenden „Projektarbeit“ haben die Studierenden die Möglichkeit, gewonnene Kompetenzen direkt auf Fragestellungen anzuwenden, die an aktuellen Forschungstendenzen orientiert sind

### Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine

inhaltlich: keine

### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. MedEng

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung	12	3	36
Übung	12	3	36
Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	12	4	48
Prüfungsvorbereitung			60
			180

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Projektarbeit beendet.

Hierfür ist ein dokumentiertes Python-Programm zu erstellen, das gewisse medizintechnische Daten mit Methoden der künstlichen Intelligenz analysiert und die Ergebnisse visualisiert. Dieses Programm ist hinsichtlich seiner Funktionalität und Performanz zu bewerten und zu optimieren

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

### Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

### Literatur / Bibliographical References and Course Material

Folien, Beispielprogramme, Bilder

Ergänzende Quellen:

Dokumentation einschlägiger Python-Bibliotheken im Internet

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Praktikantenamt

---

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

praktikantenamt-ing@hsu-hh.de

040/6541-2696

---

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Teilnehmer gewinnen einen Einblick in die Forschung und Produktentwicklung in einem Unternehmen der Medizintechnik.

---

**Inhalte / Content**

Die Inhalte hängen vom gewählten Betrieb ab.

---

**Modulbestandteile / Composition of Module**

Praktikum

---

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Praktische Tätigkeit

Die Studierenden bearbeiten - betreut durch Personal des Unternehmens und der medizintechnischen Professuren - selbstständig Aufgabenstellungen aus der industriellen Praxis, nutzen und vertiefen dabei die im Studium erworbenen Kompetenzen.

---

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

keine

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

P in M.Sc. MedEng

---

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.	LP
Forschungspraktikum Medizintechnik	mind. 6		240	8

---

**Prüfung und Benotung / Evaluation**

Abgabe eines Praktikumsberichtes, der mit "bestanden" oder "nicht bestanden" bewertet wird.

---

**Dauer in Trimestern / Duration of Module**

mind. 6 Wochen

---

**Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

unbegrenzt

---

## Anmeldeformalitäten / Registration

keine

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

NN

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

[NN@hsu-hh.de](mailto:NN@hsu-hh.de)

040/6541-

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Die Studierenden werden befähigt, Verfahren der medizinischen Bildverarbeitung einzuordnen, zu charakterisieren und auf konkrete Probleme anzuwenden. Ferner werden sie in die Lage versetzt, die Bildverarbeitungsalgorithmen selbst implementieren zu können.

**Inhalte / Content**

- Grundlagen und Anwendungen medizinischer Bildverarbeitungsverfahren
- Struktur und Formate medizinischer Bilder
- Histogramme und Farbtransformationen
- Bildfilterung mit Fouriertransformation
- Bildfilterung mit lokalen Operatoren
- Segmentierung: Thresholding, Region-Growing
- Morphologische Operatoren
- Clusteranalyse und Klassifikatoren zur Bildsegmentierung
- Einführung in Convolutional Neural Networks
- Interpolationsverfahren
- Bildregistrierung

Die konkret behandelten Verfahren orientieren sich dabei jeweils am aktuellen Stand der Forschung.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Vorlesung Medizinische Bildverarbeitung	V	2	HT
Übung Medizinische Bildverarbeitung	Ü	2	HT
Laborübung Medizinische Bildverarbeitung	LÜ	2	HT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung (Folien und Tafelanschrieb)

Übung (selbstständiges Bearbeiten von Aufgaben in Kleingruppen, Diskussion der Ergebnisse)

Laborübung

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

formal: keine

inhaltlich: Kenntnisse aus den Modulen Bildgebende Verfahren, Digitale Signalverarbeitung

## Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

P in M.Sc. MedEng, WP im M.Sc. DigEng

---

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung Medizinische Bildverarbeitung	12	2	24
Übung Medizinische Bildverarbeitung	12	2	24
Laborübung Medizinische Bildverarbeitung	12	2	24
Vor- und Nachbereitung	12	6	72
Prüfungsvorbereitung			36
			180

---

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (90 Minuten) beendet.

Bei der Bewertung der schriftlichen Prüfung werden Vorleistungen, die studienbegleitend erbracht wurden, durch einen Punktebonus von bis zu 25% der in der schriftlichen Prüfung erreichbaren Punkte berücksichtigt.

Die Vorleistungen können durch erfolgreiche Teilnahme an Leistungstests im Rahmen der Übungen erbracht werden.

---

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

### Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

### Literatur / Bibliographical References and Course Material

Skriptum mit Literaturangaben und Aufgabensammlungen werden über <https://ilias.hsu-hh.de> bereitgestellt.

Ergänzende Literatur:

H. Handels: Medizinische Bildverarbeitung

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. NN

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

NN@hsu-hh.de

040/6541-xxxx

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Studierende erhalten vertiefte Kenntnisse über Produkte der Medizintechnik und aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet. Für verschiedene Aufgabenstellungen der Medizintechnik überblicken sie die Wirkprinzipien und die Möglichkeiten und den Stand der technischen Umsetzung. Sie sind in der Lage, an der Entwicklung neuer Produkte aktiv mitzuwirken.

**Inhalte / Content**

Die Themen der Vorlesung werden im Einzelnen durch den Professurinhaber festgelegt. Sie umfassen aktuelle Gebiete der Medizintechnik, die über die in früheren Modulen behandelten Themen hinausgehen oder diese vertiefen. Dabei wird auf aktuelle Forschungsergebnisse und Trends eingegangen.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Fortgeschrittene Medizintechnik	V	4	HT
Fortgeschrittene Medizintechnik	Ü	1	HT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung

Übung in Kleingruppen

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

formal: keine

inhaltlich: Kenntnisse aus dem Bachelorstudium Medical Engineering

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

P in M.Sc. MedEng

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung	12	4	48
Übung	12	1	12



Vor- und Nachbereitung	12	7	84
Prüfungsvorbereitung			36
			180

---

### **Prüfung und Benotung / Evaluation**

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (80 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

---

### **Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

### **Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

unbegrenzt

---

### **Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

### **Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Vorlesungsfolien werden bereitgestellt.

Literaturangaben werden in der Veranstaltung bekannt gegeben.

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Die Professoren der Fakultät für Elektrotechnik

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

040/6541-0

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Im Seminar Medizintechnik sollen die Studierenden erlernen, sich anhand gegebener und selbst recherchierter Quellen in ein vorgegebenes aktuelles Thema aus dem Bereich der Forschung in der Medizintechnik einzuarbeiten und dieses anderen Studierenden verständlich zu vermitteln.

**Inhalte / Content**

Das Seminar behandelt aktuelle Themen der Medizintechnik.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/FT/WT
Forschungsseminar Medizintechnik	Seminar	2	HT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Seminar

Die Studierenden erarbeiten sich selbstständig anhand von Literatur ein Teilgebiet der Medizintechnik und präsentieren dieses.  
Die Themenauswahl berücksichtigt aktuelle Forschungsgebiete.

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

keine

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

P in M.Sc. MedEng

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Seminar	12	2	24
Vorbereitung Seminarvortrag und Ausarbeitung			96
Summe			120

**Prüfung und Benotung / Evaluation**

Seminarleistung: Vortrag und schriftliche Ausarbeitung

**Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

**Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

unbegrenzt

---

**Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

**Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Literatur wird den zu bearbeitenden Themen entsprechend in der ersten Veranstaltung bekanntgegeben.

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Die Professoren der Fakultät für Elektrotechnik

---

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

040/6541-0

---

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

In der Studienarbeit sollen die Studierenden erlernen, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine Aufgabenstellung aus der Medizintechnik nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Die erlernten Kenntnisse aus den vorangegangenen Modulen sollen dabei zielgerichtet praktisch angewandt und vertieft werden. In der Regel steht die Aufgabenstellung in Zusammenhang mit einem größeren

Projekt, das durch den Betreuer an der jeweiligen Professur - häufig als Industriekooperation - bearbeitet wird. Der Schwierigkeitsgrad und der wissenschaftliche Anspruch der Studienarbeit gehen dabei über die Bachelor-Arbeit hinaus.

Die fachspezifische Berufsqualifikation und Schlüsselkompetenzen sollen insbesondere gestärkt werden durch:

- Teamarbeit, da die Arbeit nicht allein steht, sondern Zuarbeit darstellt und Zuarbeiten, z.B. durch Hilfskräfte oder Laborpersonal erfordert;
  - Präsentationen über Zwischenstände und Ergebnis der Arbeit;
  - Schriftliche Ausdrucksfähigkeit durch die Erstellung einer Ausarbeitung;
  - Systematische Arbeitsweise durch Aufstellung, Abarbeitung und stetige Aktualisierung eines Meilensteinplans;
  - Studium englischer Fachliteratur.
- 

**Inhalte / Content**

Die Inhalte variieren je nach Aufgabenstellung und können u.a. Anteile aus folgenden Bereichen enthalten:

- Theorie
  - Aufbau, Vermessung, Erprobung von medizintechnischen Geräten
  - Software-Erstellung.
- 

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/FT/WT
Studienarbeit			s. FSPO

---

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

selbständige wissenschaftliche Arbeit

---

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

keine

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

P in M.Sc. MedEng

---

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Studienarbeit			480

---

**Prüfung und Benotung / Evaluation**

Projektarbeit.

---

**Dauer in Trimestern / Duration of Module**

Fristen sind in der Prüfungsordnung geregelt.

---

**Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

unbegrenzt

---

**Anmeldeformalitäten / Registration**

gem. Prüfungsordnung

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Die Professoren der Fakultät für Elektrotechnik

---

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

-

040/6541-0

---

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

In der Masterarbeit sollen die Studierenden zeigen, dass sie in der Lage sind, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine Aufgabenstellung aus ihrem Studienfach nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Die erlernten Kenntnisse aus den vorangegangenen Modulen sollen dabei zielgerichtet praktisch angewandt und vertieft werden. In der Regel steht die Aufgabenstellung in Zusammenhang mit einem größeren Projekt, das durch den Betreuer an der jeweiligen Professur - häufig als Industriekooperation - bearbeitet wird. Der Schwierigkeitsgrad und der wissenschaftliche Anspruch der Masterarbeit gehen dabei über die Bachelor- und ggf. Studienarbeit hinaus.

Die fachspezifische Berufsqualifikation und Schlüsselkompetenzen sollen insbesondere gestärkt werden durch:

- Teamarbeit, da die Arbeit nicht allein steht, sondern Zuarbeit darstellt und Zuarbeiten, z.B. durch Hilfskräfte oder Laborpersonal erfordert;
  - Präsentationen über Zwischenstände und Ergebnis der Arbeit;
  - Schriftliche Ausdrucksfähigkeit durch die Erstellung einer Ausarbeitung;
  - Systematische Arbeitsweise durch Aufstellung, Abarbeitung und stetige Aktualisierung eines Meilensteinplans;
  - Studium englischer Fachliteratur.
- 

**Inhalte / Content**

Die Inhalte variieren je nach Aufgabenstellung und können u.a. Anteile aus folgenden Bereichen enthalten:

- Theorie
  - Aufbau und Vermessung, Erprobung von Geräten
  - Software-Erstellung
- 

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/FT/WT
Master-Arbeit			

---

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

selbständige wissenschaftliche Arbeit

---

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

Nachweis der bestandenen Studienarbeit bzw. Projektarbeit Rechenzentrum

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

P in M.Sc. KeEM, DigEng, MedEng

---

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insges,
Master-Arbeit			900

**Prüfung und Benotung / Evaluation**

Gemäß Prüfungsordnung.

---

**Dauer in Trimestern / Duration of Module**

Fristen sind der Prüfungsordnung geregelt.

---

**Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

unbegrenzt

---

**Anmeldeformalitäten / Registration**

gem. Prüfungsordnung

---

**Modul MWP\_Angewandte Leistungselektronik in der bildgebenden Diagnostik**  
**ET-43-MED2**  
 Applied Power Electronics in Medical Imaging  
 Leistungspunkte / Credit Points: 4

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Klaus F. Hoffmann

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

klaus.hoffmann@hsu-hh.de

040/6541-2853

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Den Studierenden werden die Grundlagen der unterschiedlichen Verfahren in der bildgebenden Diagnostik vermittelt; Schwerpunkte bilden in dieser Veranstaltung die leistungselektronischen Subsysteme. Die Teilnehmer können den Einfluss der modernen Leistungselektronik im Bereich der Medizintechnik bewerten und einschätzen. Ferner können die Studierenden das Systemverhalten von Gradientenverstärkern und Resonanzumrichtern analysieren und die Anforderungen hinsichtlich Volumen, Gewicht und Wirkungsgrad erläutern.

**Inhalte / Content**

- Vorstellung der wichtigsten bildgebenden Verfahren und deren Grundprinzipien: Ultraschall, PET, MPI, MRT/MRI, Röntgensysteme (u.a. Computer-Tomographen)
- Gegenüberstellung wichtiger Systemeigenschaften
- Vertiefung MRT/MRI: Grundprinzipien der Bildgebung, prinzipielle Systemeigenschaften des Gradientensystems, leistungselektronische Realisierung der Gradientenverstärker
- Vertiefung Röntgensysteme/CT: Grundlagen der Röntgenstrahlung, prinzipieller Aufbau einer Röntgenröhre, Röhrennomogramme und mA-kV-Arbeitsbereiche, Aufbau und prinzipielle Strukturen eines Röntgensystems, Gegenüberstellung klassischer und moderner Röntgengeneratoren, Aufbau und Funktionsweise eines Computer-Tomographen
- Methoden zur Wirkungsgrad-Optimierung der Stromrichtersysteme in Röntgengeneratoren (ZCS, ZVS, resonante Topologien und ARCPI)
- Demonstration von resonanten Pulsstromrichtern im Labor für Leistungselektronik
- Exkursion zu einem Hersteller von Röntgensystemen

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/FT/WT
Angewandte Leistungselektronik in der bildgebenden Diagnostik	V	2	HT
Angewandte Leistungselektronik in der bildgebenden Diagnostik	Ü	1	HT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung mit Vorführung im Labor für Leistungselektronik, Übung und einer Exkursion.

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**



**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

WP in M.Sc. MedEng, DigEng, KeEM

---

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung	12	2	24
Übung	12	1	12
Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung und Übung	12	3	36
Prüfungsvorbereitung			48
			120

---

**Prüfung und Benotung / Evaluation**

Das Modul wird mit einer mündlichen Prüfung beendet.

---

**Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

**Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

unbegrenzt

---

**Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

**Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Bekanntgabe und Verteilung in der Vorlesung

---

**Sonstiges / Miscellaneous**

Erlaubte Hilfsmittel bei der Prüfung: keine

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Thomas Fickenscher

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

thomas.fickenscher@hsu-hh.de

040 / 6541-2770

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Die Studierenden verstehen die physikalischen Grundlagen zur Abstrahlung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen und können deren Anwendung in Kommunikations- und Radarsystemen erklären.

Hierzu gehören Funktionsweise, Berechnungsmethoden aber auch Aspekte der praktischen Umsetzung. Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung sind Studierende in der Lage einfache Antennen, Antennengruppen und Funkkanäle mit vorgegebenen Eigenschaften zu dimensionieren.

**Inhalte / Content**

In diesem Modul werden moderne Aspekte von Antennensystemen behandelt. Aktuelle Entwicklungen werden flexibel berücksichtigt.

- Grundlagen über Strahlungsfelder und Wellenausbreitung
- Elementarstrahler
- Einführung in Antennenkenngößen
- Lineare Antennen
- Reflektoren, Direktoren, YAGI - Antennen
- Antennengruppen
- Aperturantennen
- Planare Antennen
- Dualitätsprinzip, Schlitzantennen
- Breitbandantennen
- Einblick in moderne Antennen- und Mehrantennensysteme

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Antennen und Antennensysteme	V	2	FT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung (Powerpoint / Folien und Tafelanschrieb), mit Demonstrationsexperimenten im Labor für Medical Engineering

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

Kenntnisse aus dem Modul Hochfrequenztechnik

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

WP in M.Sc. DigEng, MedEng

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Antennen und Antennensysteme	12	2	24
Vor- und Nachbereitung			36
Prüfungsvorbereitung			30
			90

---

### **Prüfung und Benotung / Evaluation**

Das Modul wird mit einer mündlichen Prüfung beendet.

---

### **Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

### **Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

35

---

### **Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

### **Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Foliensatz mit Literaturangaben vorhanden, erhältlich auf der Homepage der Professur.

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. rer. nat. Detlef Kip

---

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

kip@hsu-hh.de

040/6541-2457

---

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Die Teilnehmenden

- können das Verhalten von Atomen in magnetischen Feldern erklären,
  - können die Begriffe Bahndrehmoment, Elektronenspin, magnetisches Moment und die hierzu gehörigen Kopplungsmechanismen erläutern,
  - können die Funktionsprinzipien verschiedener Resonanzmethoden erklären,
  - können die stationären Zustände des Wasserstoffatoms unter Einbeziehung von Fein- und Hyperfeinstruktur berechnen,
  - sind mit den Grundregeln der Emission und Absorption von Lichtteilchen durch Atome vertraut,
  - besitzen einen qualitativen Überblick über verschiedene optische Spektroskopiemethoden.
- 

**Inhalte / Content**

- Magnetfeld und Elektronenspin
    - Magnetisches Moment
    - Zeeman-Effekt
    - Elektronenspin
    - Stern-Gerlach-Versuch
    - Einstein-de-Haas-Effekt
    - Formale Beschreibung
  - Fein- und Hyperfeinstruktur
    - Spin-Bahn-Kopplung: Feinstruktur
    - Relativistische Korrektur
    - Anomaler Zeeman-Effekt
    - Hyperfeinstruktur
    - Lamb-Verschiebung
    - Magnetische Resonanzmethoden
    - Atome in elektrischen Feldern
  - Mehrelektronenatome
    - Helium-Atom
    - Drehimpulskopplung
  - Emission von Lichtquanten
    - Übergangswahrscheinlichkeiten
    - Auswahlregeln: Magnetische, Paritäts- und Spinquantenzahl
    - Spektroskopiemethoden
-

## Modulbestandteile / Composition of Module

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Vorlesung Atome und Quanten II	V	1	HT
Übung Atome und Quanten II	Ü	1	HT

## Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods

Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit Blended Learning Anteilen sowie einer Übung. Die Inhalte der Vorlesung werden im Vortrag und durch Präsentationen vermittelt. Studierende sollen zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt werden.

In der Vorlesung werden Lehrinhalte unter Bezugnahme auf ihre praktischen ingenieurwissenschaftlichen Anwendungen und aktuelle technologische Entwicklungen motiviert und vermittelt.

## Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

keine

## Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

WP in M.Sc. DigEng, MedEng

## Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insgesamt
Vorlesung Atome und Quanten II	12	2	24
Übung Atome und Quanten II	12	1	12
Vor- und Nachbereitung	12	2	24
Prüfungsvorbereitung			30
			90

## Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer mündlichen Prüfung beendet.

## Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

## Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

## Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

## Literatur / Bibliographical References and Course Material

- Ausführliches Vorlesungsskript elektronisch (pdf) in ILIAS verfügbar
- H.-G. Vogt, H. Schultz: *Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes* - Carl Hanser Verlag, München
- Haken/Wolf: *Atom- und Quantenphysik*, Springer, Berlin



**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. Marcus Stiemer

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

stiemer@hsu-hh.de

040 / 6541-2769

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Fähigkeit, numerische Verfahren zur zuverlässigen numerischen Simulation elektromagnetischer Felder selbstständig zu entwickeln, softwaretechnisch zu realisieren und zur Lösung elektromagnetischer Feldprobleme anzuwenden

**Inhalte / Content**

Various mathematical models in electromagnetic field theory, numerical discretization methods (e.g., boundary element method or finite element method), visualization of electromagnetic fields, derivation of related physical quantities. A selection of several subjects from the following list will be discussed: numerical determination of the electrical scalar potential for planar, axisymmetric, or three-dimensional structures; treatment of nonlinear material behaviour; determination of the capacitance or resistance of planar and 3D electrode arrangements, simulation of relaxation problems for capacitive fields; computation of static magnetic fields; computation of the inductance of coils; implementation of the eddy current equation, numerical solution of induction problems; thermo-electromagnetic coupling; mechanically electrically coupled problems; simulation of the propagation of electromagnetic waves; computation of eigenmodes in waveguides; antenna simulation. References to current research activities will be given.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Computational Electromagnetics	V	2	HT
Computational Electromagnetics	Ü	2	HT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

- Vorlesung anhand von Folien (Theorieanteil) und praktischen Programmierbeispielen zum direkten Nachahmen im Computerlabor oder über MS-Teams
- Bereitstellung der gemeinsam entwickelten Grundprogramme zur Variation und weiteren Entwicklung durch die Studierenden
- Programmier- und Problemlösungstraining in Kleingruppen anhand von Musterproblemen zur Simulation elektromagnetischer Felder
- Lernmaterial (Skript, gemeinsam in der Vorlesung entwickelter Python-Code zur Visualisierung elektromagnetischer Felder, weitere Code-Beispiele als Vorlage für Programmieraufgaben oder zur Datengenerierung) werden über einen MS-Teams Klassenraum bereitgestellt
- Zielgerichteter Support über persönliche Gespräche oder Chat im MS-Teams Klassenraum
- In der als Prüfung zu absolvierenden „Projektarbeit“ haben die Studierenden die Möglichkeit, gewonnene Kompetenzen direkt auf Fragestellungen anzuwenden, die sich (nach entsprechender Aufbereitung) aus aktuellen Forschungsprojekten der Professur ergeben

## Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine

inhaltlich: Kenntnisse, wie sie in den Bachelor-Pflicht-Modulen zur Mathematik und zu Grundlagen der Elektrotechnik vermittelt werden

---

## Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

WP in M.Sc. ESDS, DigEng, KeEM, MedEng

---

## Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung	12	2	24
Übung	12	2	24
Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	12	4	48
Prüfungsvorbereitung	2	18	24
			120

---

## Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Projektarbeit beendet. Hierfür ist ein praktisches technisches Problem mit numerischen Methoden der elektromagnetischen Feldberechnung zu lösen. Der Lösungsweg ist zu begründen, und die Ergebnisse sind zu visualisieren und zu diskutieren.

---

## Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

## Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

## Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

## Literatur / Bibliographical References and Course Material

Folien, Beispielprogramme, Bilder

Ergänzende Quellen:

MatLab-Dokumentation

Günther Lehner und Stefan Kurz. Elektromagnetische Feldtheorie für Ingenieure und Physiker. Springer Berlin Heidelberg, 2021

Alberty, Jochen, Carsten Carstensen, and Stefan A. Funken. Remarks around 50 lines of Matlab: short finite element implementation. Numerical algorithms 20, 1999

---

## Sonstiges / Miscellaneous

Das Modul wird in englischer Sprache angeboten. Es wird zusammen mit dem gleichnamigen 4-CP Modul im Studiengang Eng. Sci. gelehrt. Wegen der geringen Anzahl CP, sind Lernstoff und Prüfungsthemen für die Studierenden dieses Moduls entsprechend reduziert.

---



**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Holger Göbel

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

[holger.goebel@hsu-hh.de](mailto:holger.goebel@hsu-hh.de)  
040/6541-2752

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Studierende lernen die Grundbegriffe der Quantenmechanik wie Wahrscheinlichkeitsamplituden und die Operatorschreibweise kennen.

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung sind Studierende in der Lage, einfache quantenmechanische Systeme zu beschreiben sowie die grundlegenden quantenmechanischen Prinzipien auf spezielle Probleme anzuwenden.

**Inhalte / Content**

- Wellen- und Teilchendarstellung
- Wahrscheinlichkeitsamplituden
- Die Schrödingergleichung
- Das EPR-Experiment
- Der Messprozess in der Quantenmechanik
- Beispiele für quantenmechanische Systeme

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Einführung in die Quantenmechanik	V	2	FT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

keine

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

WP in M.Sc. KeEM, DigEng, MedEng

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung Einführung in die Quantenmechanik	12	2	24
Vor-/Nachbereitung	12	4	48
Prüfungsvorbereitung			18
Summe			90

---

**Prüfung und Benotung / Evaluation**

Das Modul wird mit einer mündlichen Prüfung beendet.

---

**Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

**Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

unbegrenzt

---

**Anmeldeformalitäten / Registration**

CMS

---

**Literatur / Bibliographical References and Course Material**

H. Göbel, Quantenmechanik, Oldenbourg-Verlag (De Gruyter Studium)

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. phil. nat. habil. Bernd Klauer

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

bernd.klauer@hsu-hh.de

040 / 6541-3380

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Studierende dieses Moduls verstehen nach erfolgreichem Abschluss die eingebetteten Systeme als Computer, die nicht wie klassische Desktop-Systeme in Erscheinung treten. Sie erwerben Grundkenntnisse über die Architektur von Systemen, die aus Sensoren, Rechnern und Aktoren bestehen. Sie können gegebene Systeme bewerten und neue Systeme problemspezifisch spezifizieren und entwerfen. Sie können die besondere Bedeutung solcher Systeme in Steuer- und Regelungssystemen erkennen und erklären. Sie können die besonderen Problematiken, die bei Systemen entstehen, die mit der Inbetriebnahme unerreichbar werden (z.B. Raumsonden) erläutern.

**Inhalte / Content**

- Definition Eingebetteter Systeme
- Steuerungen und Regelungen
- Kommunikationsprinzipien
- Die Echtzeitproblematik
- Aspekte des Hardware/Software-Codesigns
- Architekturen eingebetteter Systeme

Die Professur ist aktiv im Bereich innovativer Technologien und Rechnerarchitekturen. Neueste wissenschaftliche Erkenntnisse sind Bestandteil der Vorlesung. Häufig leiten sich Themen für Masterarbeiten aus Ideen ab, die mit Studierenden in dieser Veranstaltung entwickelt werden.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Eingebettete Systeme	V	2	FT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Die Vorlesung mit den klassischen Elementen Sprache, Projektionen, Bildern und Texten findet mit den Übungen verschränkt so statt, dass theoretisch erworbene Fähigkeiten und Kompetenzen unmittelbar in Übungselementen vertieft werden können.

Zur Übung werden Aufgaben an Kleingruppen ausgegeben, die in Begleitung bearbeitet werden. Gruppenarbeit wird dabei intensiv gefördert. Die Übungsaufgaben bereiten die Studierenden auf die Klausuraufgaben vor.

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

formal: keine

inhaltlich: keine

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung	12	2	24
Vor- und Nachbereitung	12	3	36
Prüfungsvorbereitung			30
			90

---

**Prüfung und Benotung / Evaluation**

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (90 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

---

**Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

**Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

unbegrenzt

---

**Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

**Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Unterrichtsunterlagen werden über <https://ilias.hsu-hh.de> bereitgestellt.

Ergänzende Literatur:

Lacamera: Embedded Systems Architecture: Explore architectural concepts, pragmatic design patterns, and best practices to produce robust systems

White: Making Embedded Systems: Design Patterns for Great Software

Hennesy/Patterson: Rechnerentwurf und Organisation

Tanenbaum: Computer Architecture

Aktuelle Literaturhinweise in der Veranstaltung

---

**Modul MWP\_Elektrochemische Energiespeicher und Energiewandler**  
**ET EEE**  
Electrochemical Energy Storage and Conversion Devices  
Leistungspunkte / Credit Points: 2

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Christian Kreischer  
Lehrbeauftragter: Dr. Karsten Pinkwart

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

christian.kreischer@hsu-hh.de

040/6541-2060

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Die Studierenden verstehen die physikalischen Grundlagen, kennen den Stand der Technik und die Entwicklungspotentiale von

- Elektrochemischen Batterien,
- Superkondensatoren,
- Brennstoffzellen.

Die Studierenden kennen hybride Energieversorgungen und das hiermit verbundene Energiemanagement; Sie sind in der Lage, die vorgestellten Speichertechnologien anwendungsspezifisch zu bewerten.

**Inhalte / Content**

Das systemisch bedingte Risiko der vielseitigen Verwendung von Erdöl als Energieträger und chemischer Grundstoff wird aller Voraussicht nach in den kommenden Jahren zunehmend zu Ressourcenkonflikten führen. Diese Situation und die Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele der Bundesrepublik Deutschland wird zur Folge haben, dass elektrochemische Speicher und Wandler in der stationären, aber auch mobilen Anwendung eine wichtige, wenn nicht sogar dominierende Rolle spielen werden. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, sind neue Antriebs- und sogar komplett neue Fahrzeugkonzepte gefragt. Der Antriebsstrang eines Elektrofahrzeugs besteht aus den Kernkomponenten Elektromotor und Energiespeicher/-wandler. Der Energiespeicher/-wandler wird dabei als Kernstück und limitierender Faktor betrachtet, da er Reichweite, Leistungsfähigkeit, Sicherheit, Gewicht und Kosten deutlich beeinflusst. Die Energie, die Sonne und Wind liefern, stimmt meist nicht unmittelbar mit dem benötigten Verbrauch überein. Deswegen ist besonders bei Großanwendungen die Speicherung elektrischer Energie zu einer der großen Herausforderungen der Energietechnik geworden. Sie ist unter dem Aspekt des verstärkten Einsatzes fluktuierender erneuerbarer Energien eine Schlüsseltechnologie.

- 1) Überblick über verschiedene Batterietypen, Stand der Technik bei Nickel-Metallhydrid- und Lithium-Ionen-Batterien
- 2) Überblick Superkondensatoren
- 3) Überblick Brennstoffzellen, Brennstoffzellentypen, Energieträgerproduktion/-speicherung
- 4) Hybride Energieversorgung und Energiemanagement
- 5) Vor- und Nachteile unterschiedlicher Speichertechnologien und deren Lebensdauer

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Elektrochemische Energiespeicher und Energiewandler	V	2	FT

## Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods

Die Vorlesungen werden unter Verwendung von Tafel und elektronischen Hilfsmitteln (Beamer-Folien, Rechneranimationen) abgehalten. Begleitmaterial wie Skript, Computer-Codes u.ä. wird bereitgestellt. Die Vorlesungen sollen in zwei Zweitagesblöcken abgehalten werden. Die Termine werden zwischen dem Referenten und den Studierenden abgestimmt.

---

## Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

keine

---

## Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

WP in M.Sc. WI EEE, M.Sc. KeEM, MedEng

---

## Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insgesamt
Vorlesung	12	2	24
Vor- und Nachbereitung	12	2	24
Prüfungsvorbereitung			12
			60

---

## Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

---

## Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

## Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

## Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

## Literatur / Bibliographical References and Course Material

Begleitmaterial in Papierform oder in elektronischer Form wird angeboten.

---

## Sonstiges / Miscellaneous

Die Vorlesung wird gehalten von Herrn Dr. Karsten Pinkwart, Produktbereichsleitung Angewandte Elektrochemie, Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, Pfinztal.

Batterien oder Brennstoffzellen sind Kernkomponenten von Elektrofahrzeugen. Dieses Modul ist deshalb eine sehr empfehlenswerte Ergänzung/Vertiefung zum Modul „Elektrische Antriebe in Kraftfahrzeugen“.

Erlaubte Hilfsmittel bei der Abschlussklausur: Diese werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

---

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. Detlef Schulz

---

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

detlef.schulz@hsu-hh.de

040/6541-2757

---

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

- Studenten können Grundlagenwissen über technisch-wirtschaftliche Zusammenhänge in der Energiewirtschaft einsetzen.
- Die erworbenen vertieften Kenntnisse über den liberalisierten Strommarkt können die Studenten bei der Abwicklung von Energiegeschäften anwenden.
- Es werden Fähigkeiten vermittelt, bei der Beschaffung, dem Transport und der Lieferung elektrischer Energie wirtschaftliche Kriterien anzuwenden.
- Die Studenten erwerben Kompetenzen, um Investitionsentscheidungen im Energiesektor treffen zu können.

---

**Inhalte / Content**

- Einführung und energiewirtschaftliche Grundlagen: Definitionen, Problemstellungen, Begriffe, Größenbezeichnungen, Primär- und Sekundärenergieträger, Endenergie-, Einsatzenergieträger, Nutzenergie, Ressourcen und Reserven, Statistische Reichweite, Energieflüsse
- Energieverbrauch in Deutschland: Energieformen, Energieverbrauch, Energieflussbilder, Maßeinheiten in der Energiewirtschaft, Heizwert und Brennwert, Vergleich von Energiemengen, Spezifische Brennstoffkosten, Struktur des Energieverbrauchs in Deutschland, Importabhängigkeit, Vergleich mit anderen Ländern
- Kostenbegriffe: Einnahmen, Ausgaben, Aufwand, Erlöse, Kosten, Vollkosten und Teilkosten, Grenzkosten, Anlaufkosten, Fixe und variable Kosten, Kosten für Brennstoffe und Zertifikate, Kapitalkosten, Betriebskosten, sonstige Kosten, Abschreibungen und Nutzungsdauer, Kalkulatorische Zinsen, Einzel- und Gemeinkosten, Preisregelungen für leitungsgebundene Energieträger, Kostenwälzung zwischen den Spannungsebenen, Gesetzesrahmen für Netzausbau, Erdgastransport und -verteilung, Fernwärmeversorgung
- Investitionsrechnung für elektrische Anlagen: Statischer Kostenvergleich bei Ersatzinvestition, Abschreibungen, Zinskosten, fixe Betriebskosten, sonstige Kosten, Verbrauchsgebundene Kosten, Dynamischer Kostenvergleich: Barwert, Barwertsummen, Dynamische Investitionsrechnungen, Kapitalwert, Annuitätenmethode, Interne Zinssatzmethode (interner Zinsfuß), Ermittlung der Amortisationsdauer, Statische Amortisationsrechnung und Paybackzeit
- Europäische Energiebörse EEX (Schwerpunkt): Vertragsbeziehungen der Energiewirtschaft, Energiehandel langfristig vereinbarter Liefermengen, Portfoliomanagement, Europäische Energiebörse EEX, Geschäfte und Produkte an der EEX, Aufgaben der Strombörse, Spotmarkt EPEX, Blockgebote, kontinuierlicher Handel, Handelsebene und Kontrakte, Geschäftsabschluss im kontinuierlichen Handel, Ausführungsbedingungen, Auktionenhandel, Preisbildung, Intraday-Markt, OTC-Geschäfte, Grenzkosten-Einsatzreihenfolge (Merit Order), Margins, Negative Börsenpreise
- Ermittlung von Strompreisen: Strompreise - Grundstruktur von Preisen bzw. Entgelten, Einsatz der Netzregelung nach ENTSO-E, Einsatz und Kosten von Regelleistung, Aufgabe der Stromhändler, Strombezugsverträge, Durchschnittliche Unterbrechungsdauer, Smartmeter, Technische Fähigkeiten von Smartmetern, Zweizonen-Stromverträge, Ermittlung des Leistungspreises durch Messung
- Asset Management im Energiebereich (Schwerpunkt): Ermittlung Kostenoptimum und Versorgungsqualität, Erlösobergrenze EOt – Berechnung, Inhalt und Aufgaben Asset Management / Anlagenmanagement, Asset Management Prozess, Steuerungsfunktionen (rechtliche, regulatorische, technische, Statistik, Asset-Simulationen, Bewertung der Netz Zuverlässigkeit, Strategieentwicklung: Netzentwicklung, Instandhaltung, Erneuerung, Auswahl der Instandhaltungsstrategien, Zustandsbewertung, Ableitung des System Performance Index (SPI), FMEA-Bewertungsprozess – Arbeitsablauf (Failure Mode Effect Analysis)

- Energiemanagement: Energiewirtschaftliche Aufgaben in Industrieunternehmen, Energiegrundgrößen: Wirkungsgrad/Nutzungsgrad, Energieflüsse und Verluste im Betrieb, Energiegrundgröße spezifischer Energieverbrauch, Energiemanagement – Projektgestaltung, Schwachstellen-Checkliste Gebäude, Maßnahmen eines Energie-Managementprogramms, Ablauf eines Energiemanagementprozesses, Strukturen eines Energiemanagementprozesses, Wärmepumpen: Aufbau, Typen, Einsatz, Wirtschaftlichkeit
- Rohstoffgewinnung, Kraftwerke und Kosten (Schwerpunkt): Rohstoffgewinnung: Erdölförderung konventionell, Erdölförderung unkonventionell aus Ölsanden durch Fracking, Rohstoffgewinnung: Erdgasförderung konventionell, Erdgasförderung unkonventionell: Schiefergas, Ablauf der Schiefergasgewinnung, Regenerative Energiequellen: Sonnenenergie und Biomasse, Wasserkraft, Meeresenergie, Geothermie, Struktur einer Energiebilanz, Kostenanteile der Energiebedarfsdeckung, Einteilung von Kraftwerken nach der Prozessart, Benutzungsdauer von Kraftwerken, Einteilung der Kraftwerke, Kraftwerksarten und Wirkungsgrade, Kennzahlen von Kraftwerken, Spezifische Anschaffungskosten von Kraftwerken, Stromeigenbedarf von Kraftwerken, Stromgestehungskosten fossilthermischer Kraftwerke, CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen, Zuteilungen und Kosten für CO<sub>2</sub>-Emissionsberechtigungen

---

### Modulbestandteile / Composition of Module

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Energiewirtschaft	V	2	FT
Energiewirtschaft	Ü	2	FT

---

### Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods

Vorlesung, Übung

---

### Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

keine

---

### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

WP in M.Sc. WI EEE, KeEM

---

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung	12	2	24
Übung	12	2	24
Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	12	4	48
Prüfungsvorbereitung	2	27	54
			150

---

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

---

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---



## **Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

## **Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Bekanntgabe und Verteilung in der Lehrveranstaltung

---

## **Sonstiges / Miscellaneous**

Erlaubte Hilfsmittel bei der Abschlussklausur:

Fragenteil: keine, Aufgabenteil: 2 handschriftliche DIN-A4-Seiten, nicht programmierbarer Taschenrechner

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. phil. nat. habil. Bernd Klauer

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

bernd.klauer@hsu-hh.de

040 / 6541-3380

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

- Ausbau und Festigung der im Modul "Logischer Entwurf Digitaler Systeme" erworbenen Qualifikation
- Anwenden von Entwurfsmethoden komplexer digitaler Systeme mit einer Hardwarebeschreibungssprache (VHDL) oder High-Level-Synthese Compilern
- Anwenden von Simulationsverfahren zur digitalen Logiksimulation im Rahmen des Systementwurfs
- Umsetzen von komplexen digitalen Systemen in FPGAs, dabei Kenntnis des inneren Aufbaus und der Wirkmechanismen innerhalb eines FPGAs

**Inhalte / Content**

- Simulation digitaler Systeme
- 2-,3-,4- und 9-wertige Logikmodelle
- Modellierung von Zeitverhalten
- Simulationsverfahren
- FPGAs
- Grundlegender Aufbau
- Standardbausteine innerhalb eines FPGAs
- Verbindungsnetzwerke
- Schritte in der Technologieabbildung VHDL – FPGA
- Taktmanagement
- Taktgenerierung innerhalb des FPGAs
- Laufzeitverhalten von digitalen Schaltungen
- Clock-Domain-Crossing
- Synthesefreundlicher Entwurf
- Synthesefreundlicher Automatenentwurf
- Verwendung von IP-Cores
- High-Level-Synthese
- Von C zu VHDL
- Bearbeiten einer trimesterbegleitenden Entwurfsaufgabe je Student/Studentin

Die Veranstaltung bereitet in idealer Weise auf Masterarbeiten vor, in denen innovative Erkenntnisse im Bereich der Forschung im Bereich der Rechnerarchitekturen prototypisch auf FPGAs implementiert werden.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Entwurf digitaler Systeme mit VHDL	V	2	WT
Entwurf digitaler Systeme mit VHDL	Ü	2	WT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Die Vorlesung mit den klassischen Elementen Sprache, Projektionen, Bildern und Texten findet mit den Übungen verschränkt so statt, dass theoretisch erworbene Fähigkeiten und Kompetenzen unmittelbar in Übungselementen vertieft werden können.  
Zur Übung werden Aufgaben an Kleingruppen ausgegeben, die in Begleitung bearbeitet werden. Gruppenarbeit wird dabei intensiv gefördert. Die Übungsaufgaben bereiten die Studierenden auf die Klausuraufgaben vor.

---

### Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine

inhaltlich: keine

---

### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

WP in M.Sc. DigEng

---

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insgesamt
<i>Vorlesung</i>	12	2	24
<i>Übung</i>	12	2	24
<i>Vor- und Nachbereitung</i>	12	3	36
<i>Prüfungsvorbereitung</i>			36
			120

---

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer mündlichen Prüfung beendet.

---

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

### Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Holger Göbel

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

holger.goebel@hsu-hh.de

040/6541-2752

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Das Modul führt Studierende mit grundlegenden Kenntnissen der höheren Mathematik (Vektorrechnung, Differential- und Integralrechnung, Lösung elementarer Differentialgleichungen) in die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie ein.

Die erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung befähigt Studierende, die Einstein'sche Feld- und Bewegungsgleichung auf einfache physikalische Probleme anzuwenden.

**Inhalte / Content**

Nach einer kurzen Wiederholung der Newton'schen Mechanik führt das Modul zunächst in die spezielle Relativitätstheorie ein und beschreibt dann das Konzept der allgemeinen Relativitätstheorie. Nach diesen physikalischen Grundlagen werden wichtige mathematische Begriffe wie Metrik und Krümmung erläutert.

Es wird dann die Einstein'sche Feldgleichung aufgestellt und deren wichtigste Lösung, die Schwarzschild-Metrik beschrieben. Danach erfolgt die Aufstellung der Einstein'schen Bewegungsgleichung. Anschließend werden Standardbeispiele der Relativitätstheorie, die Lichtablenkung an einer Masse sowie die Periheldrehung durchgerechnet. Danach wird eine weitere Lösung der Einstein'schen Feldgleichung, die Robertson-Walker-Metrik beschrieben, welche für die Kosmologie eine zentrale Bedeutung hat.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Gravitation und Relativität	V	2	FT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

keine

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

WP in M.Sc. KeEM, DigEng, MedEng

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.

Vorlesung	12	2	24
Vor- und Nachbereitung	12	4	48
Prüfungsvorbereitung			18
			90

---

### **Prüfung und Benotung / Evaluation**

Das Modul wird mit einer mündlichen Prüfung beendet.

---

### **Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

### **Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

25

---

### **Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

### **Literatur / Bibliographical References and Course Material**

H. Göbel, Allgemeine Relativitätstheorie, Oldenbourg-Verlag (De Gruyter Studium)

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Stefan Dickmann  
Lehrbeauftragter: Dr. Martin Schaarschmidt

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

stefan.dickmann@hsu-hh.de +49 40 6541 3019  
[martin.schaarschmidt@bundeswehr.org](mailto:martin.schaarschmidt@bundeswehr.org) +49 5192 136320

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

To develop a broad understanding of the fundamentals of High-Power-Electromagnetics, awareness of its threats and respective countermeasures.

**Inhalte / Content**

HPEM:

- Fundamentals
- High power Microwave and Ultrawideband Sources
- HPEM Propagation
- HPEM Interaction with Systems
- Hardening

In the lecture, teaching content is motivated and conveyed with reference to its practical engineering applications and current developments in defence technology.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

Module Part	Type Computer Training CT Exercises E Lecture L Laboratory Lab	Contact Hours per Week	AT/WT/ST
High-Power Electromagnetics	L	2	WT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Lectures are organized in small study groups.

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

Module Part	formal	content
	-	Fundamentals of Electromagnetics

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

WP in M.Sc. KeEM, DigEng, MedEng

### Arbeitsaufwand / Work Load

Module Part	Weeks	Hours/Week	Hours Total
Lectures HPEM	6	4	24
Preparation and follow-up	6	4	24
Preparation for exam			12
<b>Total</b>			<b>60</b>

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (40 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein trimester

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

### Anmeldeformalitäten / Registration

CMS

### Literatur / Bibliographical References and Course Material

HPEM

- C.D. Taylor, D.V. Giri: High-Power Microwave Systems and Effects, *Taylor & Francis*
- D.V. Giri: High-Power Electromagnetic Radiators- Nonlethal Weapons and other Applications, *Harvard University Press*
- J. Benford, J.A. Swegle, E. Schamiloglu: High power Mocrowaves, 2nd edition, *Taylor & Francis*
- K.S.H. Lee, ed.: EMP Interaction: Principles, Techniques and Reference Data, Springer

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Stefan Dickmann

Lehrbeauftragter: Dr.-Ing. Markus Jung

---

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

[markus.jung@rheinmetall.com](mailto:markus.jung@rheinmetall.com) +49 5827 80 5692

---

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

To provide insight into the operation principles of High-Energy Laser Effectors. Students know about the fundamental physics of HELE and its most important parameters:

Laser source, beam guidance, atmospheric transmission and light to matter interaction.

Students will be enabled to describe the parameters of the components and their influence on the overall system performance.

--

Ziel der Vorlesung ist es, den Studierenden einen Einblick in die Wirkungsweise eines Hochenergie-Laser-Effektors zu geben.

Sie sollen die grundlegenden Zusammenhänge von Laser-Effektoren erkennen. Dazu werden die wichtigen Parameter wie die Laserquelle, die Strahlführung, die Transmission durch die Atmosphäre und die Licht-Material-Wechselwirkung erarbeitet.

Ferner sollen die Studenten wichtige Parameter für die jeweilige Baugruppe und ihren Einfluss auf das Gesamtsystem beschreiben können.

---

**Inhalte / Content**

- Purpose of HEL effectors
- Atmospheric Influence on Laser Propagation
- HEL weapon systems
- HEL Demonstrators
- Effects of HEL-Effectors on Targets
- Safety Aspects of HEL Effectors
- 
- Einsatzvignetten für HEL-Effektoren
  - Vorstellung von möglichen Einsatz-Vignetten
  - Ableitung der für den HEL-Effektor wichtigen Parameter
- Einfluss der Atmosphäre auf die Ausbreitung der Laserstrahlung
  - Transmission
  - Turbulenz



- HEL-Waffensysteme
  - Baugruppen HEL-Waffensystem und ihre Aufgaben
  - Laserquellen für militärische Anwendungen
  - Laserquellen
  - Kopplungstechniken zu Steigerung der Leistung
  - Strahlführungssysteme
  - Teleskop
  - Fein-Tracking
  - Imaging
  - Adaptive Optik
  - Energieversorgung
  - Anforderungen
  - Auslegung
  - Kühlsystem
  - Anforderungen
  - Auslegung
- HEL-Demonstratoren
  - Stationäre HEL-Demonstratoren
  - Mobile HEL-Demonstratoren
- Wirkung von HEL-Effektoren gegen potentielle Ziele
  - Grundsätzliche Wirkmechanismen
  - Wirkung gegen ausgewählte Ziele
- Sicherheitsaspekte beim Einsatz von HEL-Effektoren

### Modulbestandteile / Composition of Module

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
High-Energy Laser Effectors and their Applications Hochenergie-Laser-Effektoren und ihre Anwendungen	V	2	WT

### Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods

bi-weekly lecture

14-tägliche Vorlesung

In the lecture, teaching content is motivated and conveyed with reference to its practical applications and current developments in defence technology.

### Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

none / keine

### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

WP in M.Sc. KeEM, DigEng, MedEng

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Weeks Wochen	Hours/Week Std./Woche	Hours total Std. insges.
Lecture / Vorlesung Hochenergie-Laser-	6	4	24

Effektoren und ihre Anwendungen			
Preparation and follow-up / Vor-/ Nachbereitung	6	4	24
Preparation for exam / Prüfungsvorbereitung		1	12
Total / Summe			60

---

### **Prüfung und Benotung / Evaluation**

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (40 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

---

### **Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

### **Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

max. 20

---

### **Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

### **Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Slides will be provided after the lecture

Powerpoint-Folien werden nach der Vorlesung zur Verfügung gestellt.

---

### **Sonstiges / Miscellaneous**

The lecture will be held in English

Die Veranstaltung wird ab dem WT 2020 in englischer Sprache durchgeführt.

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Gerd Scholl

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

gerd.scholl@hsu-hh.de

040/6541-3341

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

- Die Studierenden kennen die grundlegenden Methoden der drahtgebundenen und drahtlosen Informationsübertragung.
- Die Studierenden können den Unterschied zwischen klassischer IP-Kommunikation und industriellen Kommunikationsprozessen mit definiertem Echtzeitverhalten beschreiben und beurteilen.
- Die Studierenden kennen die grundlegenden Funktionalitäten einer industriellen Steuerung und deren Einbettung in ein Kommunikationsnetzwerk, insbesondere zur Steuerung Energietechnischer Anlagen. Sie können diese analysieren und bewerten.
- Die Studierenden sind in der Lage, einfache Automatisierungsaufgaben im Bereich der Energietechnik selbst zu verstehen und zu analysieren. Zudem können sie in selbständiger Bearbeitung Lösungen hierzu entwickeln.

**Inhalte / Content**

- Smart Grids & Kommunikation im Smart Grid
- Grundlagen drahtgebundener Kommunikation
- Speicherprogrammierbare Steuerungen
- IP-Kommunikation, Echtzeitfähige Feldbussysteme
- Sensor-2-Cloud Technologien (OPC-UA, Edge- und Cloud-Computing)
- Industrial Safety und Security
- Smart Metering
- Schutz- und Stationsleittechnik nach IEC 61850
- Rechen- und Laborübungen zu den genannten Themen.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Vorlesung Kommunikation im Smart Grid	V	2	HT
Übung Kommunikation im Smart Grid	Ü	1	HT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

- Vorlesung mit Laboraufbauten und Simulationsbeispielen
- Kombination von Rechen-, Labor-, und Programmierübungen

Durch die stetig steigende Integration regenerativer Energiequellen in das elektrische Energieversorgungsnetz, der damit verbundenen Dezentralisierung des Energieversorgungsnetzes, der Verfügbarkeit neuer Technologien und der Weiterentwicklung von Industriestandards unterliegen auch die Kommunikationstechnologien zur Steuerung und Optimierung von Energieflüssen derzeit einer stetigen Weiterentwicklung. In diesem Modul wird der Stand der Technik präsentiert und es werden aktuelle Trends diskutiert.

## Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

keine

---

## Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

WP in KeEM, DigEng

---

## Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung Kommunikation im Smart Grid	12	2	24
Übung Kommunikation im Smart Grid	12	1	12
Vor- und Nachbereitung	12	2	24
Prüfungsvorbereitung			30
			90

---

## Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

---

## Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

## Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

## Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

## Literatur / Bibliographical References and Course Material

Skriptum mit Literaturangaben sowie Übungsaufgaben und Online/Video-Tutorials, bereitgestellt auf der Homepage der Professur und <https://ilias.hsu-hh>.

---

## Sonstiges / Miscellaneous

Zugelassene Hilfsmittel bei der Klausur: Formelsammlung, doppelseitiges DIN A4 Blatt, handschriftlich beschrieben, nicht-programmierbarer Taschenrechner. Zudem werden in der Prüfung, falls benötigt, Integralformeln und statistische Tabellen bereitgestellt.

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Dr.-Ing. Martin Holters

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

holters@hsu-hh.de

040/6541-3468

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Die Studierenden werden befähigt, Anforderungen an kryptographische Systeme zu formulieren und kryptographische Algorithmen auf Basis der vorgestellten kryptanalytischen Angriffsmöglichkeiten zu bewerten.

**Inhalte / Content**

- Einführung, Begriffe, Prinzipien
- Klassische Substitutions- und Transpositions-Verfahren
- Angriffsmöglichkeiten, Kryptanalyse
- ENIGMA: Funktionsweise und Schwachstellen
- Public-Key-Kryptographie
- Aktuelle Verschlüsselungsverfahren (Übersicht)

Ergänzend werden jeweils aktuelle Entwicklungen und insbesondere neu entdeckte Schwachstellen diskutiert.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	P/WP	HT/WT/FT
Kryptographie	V	2	WP	HT
Kryptographie	Ü	2	WP	HT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung und Hörsaalübung

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

formal: keine

inhaltlich: keine

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

WP in M.Sc. KeEM, DigEng, MedEng

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insgesamt
Vorlesung	12	2	24
Übung	12	2	24
Vor- und Nachbereitung	12	3	51

Prüfungsvorbereitung			21
			120

---

**Prüfung und Benotung / Evaluation**

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

---

**Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

**Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

35

---

**Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

**Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Friedrich L. Bauer, Entzifferte Geheimnisse: Methoden und Maximen der Kryptologie

Bruce Schneier: Angewandte Kryptographie

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Christian Kreischer

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

christian.kreischer@hsu-hh.de

040/6541-2060

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

- Fähigkeit zur Anwendung wichtiger Messverfahren und Messgeräte in Hinblick auf elektrische Maschinen und Antriebe
- Fähigkeit zur Bestimmung der elektrischen, mechanischen und thermischen Eigenschaften der behandelten Systeme
- Anwendung und Vertiefung der Fähigkeiten aus den Modulen "Elektrische Maschinen und Antriebe" und "Theorie und Auslegung elektrischer Maschinen"

**Inhalte / Content**

1. Einführung: Messen im Elektromaschinenlabor
2. Lehrmodell
3. Spannungsinduktion im Rotor eines Schleifringläufers
4. Drehstromtransformator
5. Asynchronmaschine mit Schleifringläufer
6. Synchronisierte Asynchronmaschine
7. Käfigläufermotor am Frequenzumrichter mit Spannungszwischenkreis
8. Synchronmaschine mit Dauermagneterregung (Servoantrieb)
9. Gleichstrom-Nebenschlußmaschine
10. Geschalteter Reluktanzmotor

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Laborpraktikum Elektrische Maschinen	LÜ	4	FT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Laborpraktikum mit Vortestaten für die einzelnen Versuche

Agile Versuchsdurchführung

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

formal: keine

inhaltlich: Kenntnisse aus "Elektrische Maschinen und Antriebe" und "Theorie und Auslegung elektrischer Maschinen"

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

WP in M.Sc. KeEM

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Laborpraktikum	12	4	48
Vor- und Nachbereitung	12	10	120
Kolloquiumsvorbereitung			12
Summe der Stunden			180

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer mündlichen Prüfung beendet.

Zulassungsvoraussetzung für die Modulprüfung: Nachweis über die erfolgreiche Teilnahme an Laborübungen inklusive Vorbereitung.

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

30

### Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

### Literatur / Bibliographical References and Course Material

- Versuchsanleitungen
- R. Fischer, Elektrische Maschinen, Hanser 2009
- G. Müller; B. Ponick, Grundlagen elektrischer Maschinen, Wiley 2006
- E. Bolte, Elektrische Maschinen, 2. Auflage, Springer Verlag 2018



**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Holger Göbel

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

holger.goebel@hsu-hh.de

040/6541-2752

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Die erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung befähigt Studierende, analoge und digitale Schaltungen zu entwerfen und zu analysieren, verschiedene Realisierungsmöglichkeiten von Logikschaltungen zu bewerten sowie einfache CMOS-Schaltungen zu entwerfen und zu dimensionieren.

**Inhalte / Content**

Grundlagen der Halbleiterphysik  
(Materialien, Ladungstransport, Bänderdiagramm)  
Aufbau und Funktion elektronischer Bauelemente  
(Diode, Bipolartransistor, Feldeffekttransistor)  
MOS-Logikschaltungen  
(Aufbau und Funktion von CMOS-Gattern, Dimensionierung, Schaltungstechniken)  
Herstellung integrierter Schaltungen  
(Technologie, Herstellungsverfahren, CMOS-Prozess)

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Integrierte Schaltungen	LÜ	2	FT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Praktikum mit Laborversuchen

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

formal: gleichzeitige Wahl des WP-Moduls Integrierte Schaltungen

inhaltlich: Kenntnisse aus dem Modul Integrierte Schaltungen

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

WP in M.Sc. KeEM, DigEng, MedEng

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Laborpraktikum Integrierte Schaltungen	12	2	24

Vor- und Nachbereitung	12	3	36
Erstellung des Laborberichts			30
			90

---

### **Prüfung und Benotung / Evaluation**

Zulassungsvoraussetzung für die Modulprüfung: Nachweis über die erfolgreiche Teilnahme an Laborübungen inklusive Vorbereitung.

Das Modul durch Abgabe eines Laborübungsberichts mit der Bewertung "bestanden" oder "nicht bestanden" beendet .

---

### **Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

### **Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

35

---

### **Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

### **Literatur / Bibliographical References and Course Material**

H. Göbel  
Einführung in die Halbleiter-Schaltungstechnik  
Springer, Berlin

H. Göbel. H. Siemund  
Übungsaufgaben zur Halbleiter-Schaltungstechnik  
Springer, Berlin

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. rer. nat. Detlef Kip

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

[kip@hsu-hh.de](mailto:kip@hsu-hh.de)  
040 6541 2457

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

To develop a broad understanding of the fundamentals of laser systems. Students will learn how to use different laser types for various applications.

**Inhalte / Content**

- Fundamentals of optics
- Gaussian beams
- Resonator optics
- Photons and atoms
- Lasers and laser amplifiers
- Laser systems

**Modulbestandteile / Composition of Module**

Module Part	Type Computer Training CT Exercises E Lecture L Laboratory Lab	Contact Hours per Week	AT/WT/ST
Laser Technology	L	2	WT
Laser Technology	E/Lab	1	WT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Lectures and especially Exercises are organized in small study groups.

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

formal: -

content: Fundamentals of Electromagnetics

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

WP in M.Sc ESDS, KeEM, DigEng, MedEng

**Arbeitsaufwand / Work Load**

Module Part	Weeks	Hours/Week	Hours Total
Lectures	12	2	24
Exercises/Lab	12	1	12

Preparation and follow-up	12	4	48
Preparation for exam			36
<b>Total</b>			<b>120</b>

---

### **Prüfung und Benotung / Evaluation**

The module concludes with a final oral or written exam (120 minutes).

---

### **Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

### **Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

unlimited

---

### **Anmeldeformalitäten / Registration**

CMS

---

### **Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Literature will be announced in the first lecture.

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Joachim Horn

---

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

Joachim.Horn@hsu-hh.de

040 / 6541-3593

---

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Die Studierenden werden befähigt, grundlegende Methoden zur Analyse und Synthese nichtlinearer Regelungssysteme anzuwenden.

---

**Inhalte / Content**

**1. Grundbegriffe nichtlinearer Systeme**

- 1.1 Struktur nichtlinearer Systeme
- 1.2 Häufig auftretende Kennlinien
- 1.3 Ruhelagen dynamischer Systeme
- 1.4 Stabilitätsverhalten der Ruhelagen eines nichtlinearen Systems

**2. Harmonische Balance**

- 2.1 Die Definition der Beschreibungsfunktion und die Gleichung der Harmonischen Balance
- 2.2 Lösung der Gleichung der Harmonischen Balance
- 2.3 Berechnung der Beschreibungsfunktion
- 2.4 Ein Beispiel zur Lösung der Gleichung der Harmonischen Balance
- 2.5 Stabilitätsverhalten von Dauerschwingungen
- 2.6 Zusammenhang zwischen dem Stabilitätsverhalten der Dauerschwingung und dem Stabilitätsverhalten der Ruhelage
- 2.7 Regelkreise mit mehreren Kennlinien

**3. Popow-Kriterium**

- 3.1 Absolute Stabilität von Regelkreisen
- 3.2 Formulierung und Anwendung des Popow-Kriteriums
- 3.3 Erweiterungen des Popow-Kriteriums
  - 3.3.1 Verallgemeinerung des Sektors
  - 3.3.2  $K=+\infty$
  - 3.3.3 Lineares Teilsystem mit Totzeit
- 3.4 Grenzen des Popow-Kriteriums

**4. Anwendung der Zustandsebene**

- 4.1 Systeme 2. Ordnung mit Relaiskennlinie
- 4.2 Auftreten von Grenzzyklen
- 4.3 Strukturumschaltung (Parametersteuerung) von Reglern
- 4.4 Totzeitsysteme in der Zustandsebene
- 4.5 Zeitoptimale Regelung in der Zustandsebene

**5. Direkte Methode**

- 5.1 Grundgedanke und Stabilitätskriterien
- 5.2 Konstruktion von Ljapunow-Funktionen
- 5.3 Methode der ersten Näherung

**6. Synthese im Zustandsraum**

- 6.1 Exakte Linearisierung
  - 6.1.1 Struktur des nichtlinearen Systems
  - 6.1.2 Lie-Ableitungen

- 6.1.3 Differenzordnung
- 6.1.4 Reglerentwurf
  - 6.1.4.1 Zustandslinearisierung
  - 6.1.4.2 Eingangs-Ausgangs-Linearisierung

In den Vorlesungen werden Inhalte im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft behandelt, auf aktuelle Entwicklungen wird hingewiesen.

---

### Modulbestandteile / Composition of Module

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Nichtlineare Regelungen	V	2	FT
Nichtlineare Regelungen	Ü	1	FT

---

### Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods

Die Vorlesung basiert auf einem Tafelanschrieb, aufwändige Diagramme und Bilder werden als Folie gezeigt. Die Übung findet als Hörsaalübung statt.

---

### Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine

inhaltlich: Kenntnisse aus Regelungstechnik I

---

### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

WP in M.Sc. KeEM, DigEng, MedEng, Mech SSP ADM

---

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung Nichtlineare Regelungen	12	2	24
Übung Nichtlineare Regelungen	12	1	12
Vor- und Nachbereitung	12	3	36
Prüfungsvorbereitung			48
			120

---

**Prüfung und Benotung / Evaluation**

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) beendet.

---

**Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

**Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

unbegrenzt

---

**Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

**Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Vorlesungsskript, Übungsaufgaben und alte Klausuren werden auf der Webseite der Professur und in ILIAS bereitgestellt.

Ergänzende Literatur:

Jürgen Adamy: Nichtlineare Systeme und Regelungen. 3. Auflage. Springer Vieweg, Berlin, 2018.

---

**Sonstiges / Miscellaneous**

Erlaubte Hilfsmittel bei der Abschlussklausur: ein handbeschriebenes A4-Blatt, nicht programmierbarer Taschenrechner

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. phil. nat. habil. Bernd Klauer

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

bernd.klauer@hsu-hh.de

040 / 6541-3380

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

- Befähigung zur Programmierung von Parallelrechnern
- Befähigung zur Parallelisierung von Algorithmen
- Kenntnis der Prinzipien paralleler Abläufe
- Kenntnisse über Datenstrukturen für parallele Algorithmen
- Leistungsmessung und –bewertung
- Grenzen paralleler Ablaufkonzepte

**Inhalte / Content**

- Grundlagen der Parallelisierung
- Nebenläufigkeit und Pipelining
- Gesetz von Amdahl
- Experimenteller Nachweis des Gesetzes von Amdahl
- Parallelisierung durch leichtgewichtige Prozesse
- Parallele Programmier Techniken
- Synchronisationsmechanismen
- Zeit- und Performanzmessungen in parallelen Abläufen
- Programmierung verschiedener parallelisierter Algorithmen

Die Veranstaltung erweitert die Fähigkeiten der Studierenden, die im Grundlagenkurs lediglich die sequenzielle prozedurale Programmierung erlernt haben, um Fähigkeiten zur Nutzung innovativer paralleler Strukturen, die Forschungsgegenstand der Professur sind.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Parallele Programmierung	V	2	HT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Die Vorlesung mit den klassischen Elementen Sprache, Projektionen, Bildern und Texten findet mit praktischen Anteilen verschränkt so statt, dass theoretisch erworbene Fähigkeiten und Kompetenzen unmittelbar in Übungselementen vertieft werden können.

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

formal: keine

inhaltlich: keine



## Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

WP in M.Sc. DigEng, MedEng

---

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung	12	2	24
Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltung	12	3	36
Prüfungsvorbereitung			30
			90

---

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (90 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

---

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

### Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

### Literatur / Bibliographical References and Course Material

Unterrichtsunterlagen werden über <https://ilias.hsu-hh.de> bereitgestellt.

Ergänzende Literatur:


Nichols, Buttler, Farell: Pthreads Programming

Hennesy/Patterson: Rechnerentwurf und Organisation

Tanenbaum: Computer Architecture

Aktuelle Literaturhinweise in der Veranstaltung

---



# Modul MWP\_Regenerative Energiesysteme im Netzparallelbetrieb REN

Regenerative Energy Systems in Grid-Connected Operation  
Leistungspunkte / Credit Points: 5

## Modulverantwortlicher / Contact Person

Prof. Dr.-Ing. Detlef Schulz

## E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone

detlef.schulz@hsu-hh.de

040/6541-2757

## Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies

- Fertigkeiten zur Anwendung von Grundlagen der Netzkopplung
- Fähigkeiten zur Lösung von Problemen beim Netzparallelbetrieb
- Fähigkeiten zu systematischem Vorgehen bei der Planung eines Netzanschlusses
- Fertigkeiten zur Realisierung eines erzeugungsgerechten Energieverbrauchs
- Fähigkeiten zu systematischem Vorgehen bei der Lösung komplexer Aufgaben

## Inhalte / Content

- Smart Grids und Smart Energy Systems, Anforderungen und Umsetzung einer zukünftigen Energieversorgung mit Multi-Energienetzen: Definitionen, Infrastruktur-Sektorenkopplung, Multi-Energienetze, Situation in der Stromerzeugung, Kraftwerksblöcke in Sicherheitsbereitschaft, Bedarf an Netzreserveleistung, Versorgungssicherheit, Netzentwicklungsplan, Aktive Lastflusssteuerung, Netzausbau, Regelzonen, Smart Meter/Smart grids: Anforderungen, Funktion und Einsatz, regelbarer Ortsnetztransformator, Dreipunkt-Fernsteuerung im Verteilnetz, Betriebsführung und Digitalisierung im Energieversorgungsnetz, Netzintegration von Elektromobilität
- Netzbetrieb und Netzregelung von Windenergieanlagen: WH: Grundlagen des elektrischen Systems von Windenergieanlagen, Grundlagen der Drehstrom-Asynchronmaschine, Wirkungsweise des doppelt gespeisten Asynchrongenerators in Windenergieanlagen, Anforderungen an die elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen, Unabhängige Regelung der Wirk- und Blindleistung von Windenergieanlagen mit der Zweiachsentheorie, Technische Anforderungen nach VDE-Normen zum Netzanschluss
- Simulation elektrischer Systeme, Teil A: Simulation mit Simulink und Simscape: Solver und dahinterliegende Diskretisierungsverfahren, Beispiel: Serienschwingkreis, Modellierung einer PV-Anlage, Vermessung des PV-Generators, Spannungsanpassung mit MPPT, Modellierung des einphasigen Wechselrichters, Pulsweitenmodulation (PWM), Sinus-Dreieck-Vergleich, Simulation des Kennlinienfelds eines PV-Anlagenmodells Teil B: Simulationsverfahren in der elektrischen Energieversorgung: Definition einer Simulation, Einsatz von Simulationen, Nachteile, Arbeitsweise von Simulationssystemen, Beispiele: Simulation eines Widerstands- und eines R-L-Netzwerks, Stationäres Verhalten im Energieversorgungsnetz (Lastfluss), Ermittlung des stationären und transienten Verhaltens, Transientes Verhalten: Lösung des Differenzialgleichungssystems, Diskretisierung mit Zeitschrittverfahren, Polygonzugverfahren von Euler-Cauchy (Trapezverfahren), Verbesserung des Trapezverfahrens, Diskretisierung: Verfahrensfehler, Rundungsfehler, Stabilität
- Solarthermienutzung: Solarthermische Stromerzeugung, Grundlagen, Parabolrinnenkraftwerk, Solares Turmkraftwerk, Parabolspiegel mit Stirling-Maschine (Dish-Stirling-System)
- Strömungs- und Wellenkraftwerke: Strömungskraftwerk Typ „Seaflo“, Studie Seagen, Typ Kvalsund, Wellenkraftwerke, Möglichkeiten zur Wellenenergienutzung, Prinzip Wellenkraftwerke „Wave Dragon“ und „Pelamis“, Studie eines Wellenkraftwerks, Prinzip oszillierende Wassersäule, Oscillating Water Column (OWC), OWC-Wellenkraftwerk, Brandungenergie, Gezeitenkraftwerk, Prinzip und Potentiale, Gezeitenkraftwerk La Rance, (Saint-Malo), Frankreich, Gezeitenkraftwerk Annapolis, Kanada, Gletscherkraftwerk, Osmosekraftwerk (Salzgradientenkraftwerk) – Prinzip, Osmosekraftwerk Tofte, Norwegen
- Energiespeicher und Sektorenkopplung, Technologievergleich und Anwendungsbeispiele: Speicherkapazität, Speicherbedarf, Zentral versus dezentral, Konkurrenz für Speicher, Anforderungen an Energiespeicher, Einteilung von Speichern, Technologieüberblick, Elektrisch: Kondensator, Superconducting Magnetic Energy Storage SMES, Mechanisch: Pumpspeicher, Druckluftspeicher DLS, Schwungmassen

SMS, Elektrochemisch: Blei-Säure-Akku, Lithium-Ionen-Akku, Natrium-Schwefel-Akku, Redox-Flow-Batterie, Elektrolyse, Wasserstoffspeicher, Power to Gas, Sektorenkopplung Strom-Gas-Wärme, Wärmespeicher: sensibel, latent, sorptiv, chemisch, Vergleiche, Volumetrische Energiedichte, Anwendungsbereiche, Wirtschaftlichkeit

• Wasserstoff und die Energieversorgung mit Brennstoffzellen: Wasserstoffherstellung, Wasserstoffspeicherung, Einführung in die Brennstoffzellen, Netzintegration von Brennstoffzellen, Anwendungsbeispiele von Brennstoffzellen, aktuelle Forschungsvorhaben

### Modulbestandteile / Composition of Module

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Vorlesung Regenerative Energiesysteme im Netzparallelbetrieb	V	2	HT
Übung Regenerative Energiesysteme im Netzparallelbetrieb	Ü	2	HT

### Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods

Vorlesung (Folien und Tafelanschrieb):

Die in der Vorlesung gezeigten Folien beinhalten eine gekürzte Darstellung des ausführlichen Vorlesungsskripts.

Übungen in Kleingruppen:

Hier werden die Vorlesungsthemen unter Anleitung mit Rechenaufgaben vertieft

### Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine

inhaltlich: keine

### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

WP in M.Sc. KeEM

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung Regenerative Energiesysteme im Netzparallelbetrieb	12	2	24
Übung Regenerative Energiesysteme im Netzparallelbetrieb	12	2	24
Vor- und Nachbereitung	12	4	48
Prüfungsvorbereitung	2	27	54
			150

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

### **Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

unbegrenzt

---

### **Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

### **Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Foliensätze werden zur Verfügung gestellt.

Ergänzende Literatur:

Schulz, D. (Hrsg.): Hamburger Beiträge zum technischen Klimaschutz, Analyse, Digitalisierung und Flexibilisierung von Energiemärkten, Elektromobilität, Sektorenkopplung, Elektroenergienetzen und Wasserstoffsystemen, Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr, Professur für Elektrische Energiesysteme, Hamburg Dezember 2022, Bd. 4, 151 Seiten, ISSN (Druck) 2698-8798, ISBN (Druck) 978-3-86818-252-1, ISSN (Online) 2698-8801, ISBN (Online) 978-3-86818-253-8, doi

Schulz, D. (Hrsg.): Hamburger Beiträge zum technischen Klimaschutz, Stand der Technik und Digitalisierung bei integrierten Energiesystemen, Sektorenkopplungs- und Mobilitätstechnologien, Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr, Professur für Elektrische Energiesysteme, Hamburg Dezember 2021, Bd. 3, 167 Seiten, ISSN (Druck) 2698-8798, ISBN (Druck) 978-3-86818-250-7, ISSN (Online) 2698-8801, ISBN (Online) 978-3-86818-251-4, doi 10.24405/13942

Schulz, D. (Hrsg.): Hamburger Beiträge zum technischen Klimaschutz, Infrastrukturen leitungsgebundener Energieträger, Netze, Speicher, Sektorenkopplung, Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr, Professur für Elektrische Energiesysteme, Hamburg Oktober 2020, Bd. 2, 128 Seiten, ISSN (Druck) 2698-8798, ISBN (Druck) 978-3-86818-247-7, ISSN (Online) 2698-8801, ISBN (Online) 978-3-86818-248-4

Schulz, D. (Hrsg.): Hamburger Beiträge zum technischen Klimaschutz, Aktuelle Infrastruktur- und Technologieansätze in den Bereichen Strom- und Gasnetz, Elektromobilität und Wasserstoffwirtschaft, Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr, Professur für Elektrische Energiesysteme, Hamburg Oktober 2019, Bd. 1, 132 Seiten, ISSN (Druck) 2698-8798, ISBN (Druck) 978-3-86818-247-7, ISSN (Online) 2698-8801, ISBN (Online) 978-3-86818-248-4

Schulz, D.: Elektrische Energieversorgung (Kapitel 87), in: Plaßmann, W., Schulz, D. (Hrsg.): Handbuch Elektrotechnik, 7. Auflage, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2016, S. 1006-1069 (64 Seiten), ISBN 978-3658070489

Heuck, K.; Dettmann, K.-D.; Schulz, D.: Elektrische Energieversorgung, 9. Auflage, Wiesbaden: Springer Vieweg 2013, ISBN 978-3-8348-1699-3

---

### **Sonstiges / Miscellaneous**

Erlaubte Hilfsmittel bei der Abschlussklausur: Keine außer der von der Professur zur Verfügung gestellten Formelsammlung.

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Markus Schatz

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

markus.schatz@hsu-hh.de

040/6541-2725

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Die Studierenden

- Beherrschen die Grundlagen der Thermodynamik der idealen Gase
- Können verschiedene thermodynamische Kreisprozesse zur Energiewandlung beschreiben und berechnen
- Sind in der Lage, Prozessvariationen zur Wirkungsgradsteigerung zu analysieren und zu diskutieren
- Können die beschränkte Wandelbarkeit von Energie mithilfe der Begriffe der Exergie und der Anergie erläutern

**Inhalte / Content**

Grundlagen der Thermodynamik

- Zustandsgrößen
- Prozesse
- Erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik
- Thermodynamische Eigenschaften reiner Fluide

Kreisprozesse

- Joule-Prozess
- Clausius-Rankine-Prozess
- Prozessvariationen zur Erhöhung des Wirkungsgrades
- Thermodynamische Betrachtung der Verbrennung
- Linksläufige Prozesse (Heizen und Kühlen)

Wandelbarkeit von Energie

- Exergie und Anergie
- Der Carnot-Prozess

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Thermodynamik der Energiewandlungsprozesse	V	2	WT
Thermodynamik der Energiewandlungsprozesse	Ü	1	WT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

keine

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

WP in M.Sc. KeEM

---

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung	12	2	24
Übung	12	1	12
Vor- und Nachbereitung	12	2	24
Prüfungsvorbereitung			30
			90

---

**Prüfung und Benotung / Evaluation**

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) beendet.

---

**Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

**Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

unbegrenzt

---

**Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

**Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Vorlesungsunterlagen werden als PDF zur Verfügung gestellt.

Windisch: Thermodynamik, Oldenbourg, 2001, ISBN 3-486-25047-7 (in der Lehrbuchsammlung der HSU verfügbar), DOI 10.1524/9783486719963

Baehr, Kabelac: Thermodynamik : Grundlagen und technische Anwendungen, Springer, 2016 (ältere Ausgaben sind ebenfalls nutzbar), ISBN 978-3-662-49568-1 (in der Lehrbuchsammlung der HSU verfügbar), DOI 10.1007/978-3-662-49568-1

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Thomas Fickenscher

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

[thomas.fickenscher@hsu-hh.de](mailto:thomas.fickenscher@hsu-hh.de)

040/6541-2770

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Die Studierenden kennen die physikalischen Grundlagen von Ultraschall sowie die sonografischen Verfahren in der medizinischen Diagnostik. Sie haben die Verfahren durch praktische Versuche erlebt. Sie beherrschen die Grundlagen der Ultraschall-Bildgebung sowie den Aufbau entsprechender Systeme einschließlich moderner Ansätze wie der der Sonografie mit synthetischer Apertur. Ihnen werden Bioeffekte und Aspekte der Sicherheit in der diagnostischen Ultraschallanwendung vermittelt.

**Inhalte / Content**

Ultraschall in Fluiden und Festkörpern, Ausbreitung akustischer Wellen, Streuung von Gewebe und Gewebscharakterisierung, Ultraschallwandler, Strahlformung, Antennengruppe, Bildgebende Systeme und Anwendungen, Doppler-Ultraschall, Nichtlineare Akustik und Bildgebung, Bildgebung mit synthetischer Apertur, Ultraschall-Kontrastmittel, ultraschallinduzierte Bioeffekte

In diesem Modul werden moderne Aspekte der Ultraschall-Bildgebung behandelt. Dabei werden flexibel aktuelle Entwicklungen berücksichtigt.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Vorlesung Ultraschall-Bildgebung	V	2	FT
Übung Ultraschall-Bildgebung	Ü	1	FT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung (Powerpoint / Folien und Tafelanschrieb), Demonstrationsexperimente im Labor für Medical Engineering, Guest Lecture eines Experten aus der Anwendung  
Übungen in Kleingruppen

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

formal: keine

inhaltlich: Kenntnisse aus Bildgebende Verfahren

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

WP in M.Sc. MedEng, DigEng

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
--	--------	------------	--------------

Vorlesung Ultraschall-Bildgebung	12	2	24
Übung Ultraschall-Bildgebung	12	1	12
Vor- und Nachbereitung	12	3	36
Prüfungsvorbereitung			48
			120

---

### **Prüfung und Benotung / Evaluation**

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

---

### **Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

### **Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

unbegrenzt

---

### **Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

### **Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Skriptum mit Literaturangaben digital über <https://ilias.hsu-hh.de> bereitgestellt.  
Ergänzende Literatur: Thomas Szabo, Diagnostic Ultrasound Imaging: Inside Out, 2. Ausgabe

---

### **Sonstiges / Miscellaneous**

Erlaubte Hilfsmittel bei der Prüfung: keine

---



**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr.-Ing. Gerd Scholl

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

gerd.scholl@hsu-hh.de

040 / 6541-3341

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

- Die Studierende haben ein grundlegendes Verständnis für die Anforderungen an die Kommunikationstechnik in einem industriellen Fertigungsumfeld
- Die Studierenden kennen die Grundprinzipien, Vorteile und Grenzen drahtloser Technologien.
- Die Studierenden verstehen die Möglichkeiten zur Vernetzung von Sensoren und Aktoren im industriellen Umfeld
- Die Studierenden sind in der Lage, die Chancen und Risiken der neuen Möglichkeiten beim Übergang von der klassischen CIM-Architektur zum Industrial Internet of Things (IIoT) bzw. zu Industrie 4.0 einzuschätzen.
- Die Studierenden sind in der Lage, einfache Kommunikationslösungen für industrielle Anwendungen selbst zu konzipieren und aufzubauen.

**Inhalte / Content**

- Requirements for RADIO Based Communication Systems in Industrial Environments
- Indoor RF Propagation & Radio Channel Characterization
- Diversity Techniques
- Modulation Techniques
- Anti Multipath and Interference Techniques
- Radio Performance
- Medium Access Control
- RF-Identification and Article Surveillance Systems
- IO-Link and IO-Link Wireless as an Example for an Industrial Sensor/Actuator Communication Network
- Sensor-2-Cloud Technologies (OPC-UA, 5G and beyond, Edge- and Cloud Services)
- Safety and Security Aspects in Industrial Communication Systems
- Introduction into the Architecture/Programming of Low-Power RF Transceivers
- Application-Programming for Wireless Applications
- Computational and laboratory exercises on the above topics.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Wireless Communication	V	2	HT
Wireless Communication	Ü	1	HT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

- Vorlesung mit Laboraufbauten und Simulationsbeispielen
- Rechen- und Programmierübungen im Labor

Die (drahtlose) Kommunikationstechnik als Enabler für smarte und flexible Kommunikations – und Automatisierungslösungen wird nach wie vor mit großem Ressourcenaufwand weiterentwickelt. In diesem Modul werden aktuelle Technologien diskutiert und Trends aufgezeigt. Aktuelle Forschungsergebnisse der Professur für Elektrische Messtechnik fließen unmittelbar in die Lehrinhalte ein.

---

### Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements

formal: keine

inhaltlich: Grundlagen der Signalverarbeitung:

z.B. aus den Modulen "Elektrische Messtechnik I/II", "Messsignalverarbeitung und Sensortechnik" oder "Digitale Signalverarbeitung"

---

### Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module

WP in M.Sc. DigEng, Mech SSP ADM

---

### Arbeitsaufwand / Work Load

	Wochen	Std./Woche	Std. insges.
Vorlesung Wireless Communication	12	2	24
Übung Wireless Communication	12	1	12
Vor- und Nachbereitung	12	4	48
Prüfungsvorbereitung			36
Summe der Stunden / Leistungspunkte			120

---

### Prüfung und Benotung / Evaluation

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) oder einer mündlichen Prüfung beendet.

---

### Dauer in Trimestern / Duration of Module

ein Trimester

---

### Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants

unbegrenzt

---

### Anmeldeformalitäten / Registration

Anmeldung im CMS

---

### Literatur / Bibliographical References and Course Material

Skriptum mit Literaturangaben sowie Übungsaufgaben und Online/Video-Tutorials, bereitgestellt auf der Homepage der Professur und <https://ilias.hsu-hh>.

---

### Sonstiges / Miscellaneous

Formelsammlung, doppelseitiges DIN A4 Blatt, handschriftlich beschrieben, nicht-programmierbarer Taschenrechner.

Zudem werden in der Prüfung, falls benötigt, Integralformeln und statistische Tabellen bereitgestellt

---

**Modulverantwortlicher / Contact Person**

Prof. Dr. Andreas Fink

**E-Mail-Adresse / Telefonnummer des Modulverantwortlichen / Email/Phone**

andreas.fink@hsu-hh.de

040/6541-2857

**Qualifikationsziel / Module Objectives and Competencies**

Die Studierenden

- können Gegenstand, Ziele und Aufgaben der Wirtschaftsinformatik erläutern und die Relevanz von Informationstechnik für Unternehmen diskutieren,
- können Problemlösungsprozesse bei der Gestaltung betrieblicher Informationssysteme beschreiben, Modelle und Modellierung aus verschiedenen Perspektiven diskutieren sowie das mögliche Vorgehen bei der Anwendungssystementwicklung erläutern,
- können konzeptionelle Datenmodelle und (relationale) Datenbankschemas erstellen, kennen die Architektur und Funktionsweise von (relationalen) Datenbanksystemen und beherrschen die Erstellung von Datenbankabfragen mittels SQL sowie weiterführende Konzepte zur Datenverwaltung und -analyse und können dieses Wissen mit ausgewählten Softwarewerkzeugen umsetzen,
- kennen Ziele und Aufgaben des Geschäftsprozessmanagements, können Geschäftsprozesse mittels gängiger Sprachen modellieren, können die Steuerung von Geschäftsprozessen mittels Workflow-Management-Systemen beschreiben und mit ausgewählten Softwarewerkzeugen umsetzen,
- kennen Grundzüge der objektorientierten Modellierung und Systemgestaltung,
- beherrschen ausgewählte Konzepte für die informationstechnische Automatisierung unternehmensübergreifender wirtschaftlicher Aktivitäten.

**Inhalte / Content**

In dem Modul werden Methoden der Wirtschaftsinformatik für die Beschreibung, Erklärung und Gestaltung von Informationssystemen in Wirtschaft und Verwaltung behandelt.

- Grundlagen zur Modellierung von Informationssystemen (Zwecke und Modellverständnisse, Modellierungssprachen und Metamodelle, Sichten, Betrachtungsebenen und Ordnungsrahmen)
- Datenmodellierung und Datenbanksysteme, Data-Warehouse-Systeme, OLAP
- Prozessmodellierung und Geschäftsprozessmanagement
- Grundzüge der objektorientierten Modellierung und Systemgestaltung
- E-Business (z.B. Interoperabilitätsstandards im Web, Koordinationsmechanismen, IT-Sicherheit, Ubiquitous Computing)

Die Veranschaulichung von Methoden erfolgt unter anderem anhand des Gegenstandsbereichs Logistik.

**Modulbestandteile / Composition of Module**

LV-Titel	LV-Art	TWS	HT/WT/FT
Wirtschaftsinformatik	V/Ü	4	WT

**Beschreibung der Lehr- und Lernformen / Teaching and Learning Methods**

Vorlesung mit Integration von Übungen mit einem Anteil von etwa 25%.

---

**Voraussetzungen für die Teilnahme / Requirements**

keine

---

**Verwendbarkeit des Moduls / Usability of Module**

WP in M.Sc. DigEng

---

**Arbeitsaufwand / Work Load**

	Wochen	Std./Woche	Std. insgesamt
Vorlesung und Übung	12	4	48
Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen	12	4	48
Prüfungsvorbereitung	1	24	24
			120

---

**Prüfung und Benotung / Evaluation**

Das Modul wird mit einer Abschlussklausur (120 Minuten) beendet.

---

**Dauer in Trimestern / Duration of Module**

ein Trimester

---

**Teilnehmer(innen)zahl / Number of Participants**

unbegrenzt

---

**Anmeldeformalitäten / Registration**

Anmeldung im CMS

---

**Literatur / Bibliographical References and Course Material**

Basisliteratur:

Fink, G. Schneiderei, S. Voß: Grundlagen der Wirtschaftsinformatik, 2. Auflage, Physica/Springer, Heidelberg, 2005 und zeitnahe Empfehlung weiterer Quellen.

Die Folien und Übungsaufgaben werden online zur Verfügung gestellt.

---