

# Modulhandbuch

---

## Master

# Regenerative Energietechnik

---

**Studienordnungsversion: 2022**

**gültig für das Wintersemester 2023/24**

Erstellt am: 16. November 2023

aus der POS Datenbank der TU Ilmenau

Herausgeber: Der Präsident der Technischen Universität Ilmenau

URN: urn:nbn:de:gbv:ilm1-mhb-31854

# Inhaltsverzeichnis

| Name des Moduls/Fachs  | 1.FS  | 2.FS  | 3.FS  | 4.FS | 5.FS | 6.FS | 7.FS | 8.FS | 9.FS | 10.F | Ab-<br>schluss | LP |
|--|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|----|
|  | VSP   | VSP   | VSP   | VSP  | VSP  | VSP  | VSP  | VSP  | VSP  | VSP  |                |    |
| <b>Pflichtbereich</b>  |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      | FP             | 75 |
| Grundlagen der BWL: Wertschöpfungs- und Projektmanagement        |       |       | 2 1 0 |      |      |      |      |      |      |      | SL 60min       | 5  |
| Projektarbeit  |       |       | 0 0 4 |      |      |      |      |      |      |      | PL             | 5  |
| Grundlagen der regenerativen Energietechnik                      |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      | FP             | 15 |
| Grundlagen der solartechnischen Energiekonversion                | 3 2 0 |       |       |      |      |      |      |      |      |      | PL 45min       | 5  |
| Laborpraktikum Regenerative Energietechnik                       | 0 0 4 |       |       |      |      |      |      |      |      |      | PL             | 5  |
| Regenerative Energien und Speichertechnik                        | 2 1 1 |       |       |      |      |      |      |      |      |      | PL             | 5  |
| Mathematische und Naturwissenschaftliche Grundlagen              |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      | FP             | 10 |
| Einführung in die Quantenmechanik                                | 2 2 0 |       |       |      |      |      |      |      |      |      | SL             | 5  |
| Einführung in die Festkörperphysik                               |       | 3 1 0 |       |      |      |      |      |      |      |      | PL 30min       | 5  |
| Elektrotechnische Grundlagen                                     |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      | FP             | 10 |
| Leistungselektronik 1 - Grundlagen                               | 2 2 1 |       |       |      |      |      |      |      |      |      | PL 120min      | 5  |
| Elektrische Energiesysteme 2 - Systembetrieb                     |       | 2 2 0 |       |      |      |      |      |      |      |      | PL 20min       | 5  |
| Solarenergiekonversion   |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      | FP             | 10 |
| Photovoltaik   |       | 3 2 0 |       |      |      |      |      |      |      |      | PL 45min       | 5  |
| Innovative Konzepte der Solarenergiekonversion                   |       |       | 2 2 0 |      |      |      |      |      |      |      | PL 45min       | 5  |
| Thermische Energiesysteme  |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      | FP             | 10 |
| Angewandte Wärmeübertragung                                      |       | 2 2 0 |       |      |      |      |      |      |      |      | PL 120min      | 5  |
| Technische Thermodynamik 2                                       |       |       | 2 2 0 |      |      |      |      |      |      |      | PL 90min       | 5  |
| Elektroenergiesystemtechnik                                      |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      | FP             | 10 |
| Batterien und Brennstoffzellen                                   |       | 2 2 1 |       |      |      |      |      |      |      |      | PL             | 5  |
| Grundlagen Elektrische Maschinen                                 |       | 2 2 0 |       |      |      |      |      |      |      |      | PL 20min       | 5  |
| <b>Wahlbereich</b>   |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      | FP             | 15 |
| Aerodynamik  |       | 2 2 0 |       |      |      |      |      |      |      |      | PL 90min       | 5  |
| Blitz- und Überspannungsschutz                                   |       | 2 2 0 |       |      |      |      |      |      |      |      | SL 30min       | 5  |
| Elektrochemische Kinetik   |       | 2 0 2 |       |      |      |      |      |      |      |      | PL             | 5  |
| Energieeinsatzoptimierung - Grundlagen                           |       | 2 2 0 |       |      |      |      |      |      |      |      | PL 30min       | 5  |
| Glas- und Keramikwerkstoffe für die Mikro- und Nanotechnik       |       | 4 0 0 |       |      |      |      |      |      |      |      | PL 30min       | 5  |
| Mikro- und Halbleitertechnologie 1                               |       | 2 2 0 |       |      |      |      |      |      |      |      | PL             | 5  |
| Unternehmensethik und Nachhaltigkeitsmanagement                  |       | 3 1 0 |       |      |      |      |      |      |      |      | PL 25min       | 5  |
| Aktive Filter und Leistungsflussregelung in elektrischen Netzen  |       |       | 2 2 1 |      |      |      |      |      |      |      | PL 30min       | 5  |
| Angewandte Thermo- und Fluidodynamik                             |       |       | 2 2 0 |      |      |      |      |      |      |      | PL 90min       | 5  |
| Elektrische Energiesysteme 1 - Grundlagen Energiesysteme         |       |       | 2 2 0 |      |      |      |      |      |      |      | PL             | 5  |
| Elektrochemische Phasengrenzen                                   |       |       | 2 1 1 |      |      |      |      |      |      |      | PL             | 5  |
| Energieeinsatzoptimierung multimodaler Energieversorgungssysteme |       |       | 2 2 0 |      |      |      |      |      |      |      | PL 30min       | 5  |
| Energiephysik  |       |       | 2 0 0 |      |      |      |      |      |      |      | SL             | 2  |
| Funktionswerkstoffe  |       |       | 2 2 0 |      |      |      |      |      |      |      | PL 90min       | 5  |
| Ladungs- und Energietransportsprozesse                           |       |       | 2 0 0 |      |      |      |      |      |      |      | SL             | 3  |
| Microfluidics  |       |       | 2 1 1 |      |      |      |      |      |      |      | PL             | 5  |
| Techniken der Oberflächenphysik                                  |       |       | 2 1 0 |      |      |      |      |      |      |      | SL 30min       | 3  |
| Technische Thermodynamik 1                                       |       |       | 2 2 0 |      |      |      |      |      |      |      | PL 90min       | 5  |
| Thin Films and Surfaces  |       |       | 2 2 0 |      |      |      |      |      |      |      | PL 90min       | 5  |

|   |  |       |       |  |  |          |    |
|---|--|-------|-------|--|--|----------|----|
| Transiente Vorgänge in elektrischen Anlagen |  | 2 2 0 |       |  |  | PL 30min | 5  |
| Umwelt- und Analysenmesstechnik             |  | 3 0 1 |       |  |  | PL       | 5  |
| <b>Abschlussarbeit</b>                      |  |       |       |  |  | FP       | 30 |
| Masterarbeit mit Kolloquium                 |  |       | 900 h |  |  | PL       | 30 |

## Modul: Grundlagen der BWL: Wertschöpfungs- und Projektmanagement

Modulabschluss: Studienleistung schriftlich 60 min Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200734 Prüfungsnummer: 2500514

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Rainer Souren

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 116 SWS: 3.0  
 Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Medien Fachgebiet: 2522

| SWS nach      | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |   |   |   |
|---------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|---|---|---|
| Fach-semester | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P | V | S | P |
|               |      |   |   |      |   |   | 2    | 1 | 0 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |   |   |   |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nach dem Besuch der Vorlesung sind die Studierenden in der Lage, zentrale Begriffe präzise zu verwenden und die Denkkonzepte und Rationalitätsprinzipien der Ökonomik anzuwenden. Sie haben die zentralen unternehmerischen Grundsatzentscheidungen kennengelernt und sind in der Lage, diese zu analysieren und fundiert zu treffen. Die Studierenden haben die zentralen Fragestellungen und Planungsmodelle des betrieblichen Wertschöpfungs- und Projektmanagements kennengelernt und sind in der Lage, auf die Leistungserstellung und -verwertung bezogene Sachverhalte zu verstehen, zu analysieren und Entscheidungen fundiert zu treffen. Sie haben gelernt, die hierzu erforderlichen Daten zu strukturieren und mithilfe geeigneter Rechenwerke Lösungen zu generieren. Sie sind in der Lage, die zentralen Problemfelder des Projektmanagements abzugrenzen, Projektziele zu definieren und die Techniken der Projektplanung praktisch anzuwenden. Die Studierenden haben die Zwecke und Rechenwerke des internen Rechnungswesens verinnerlicht und sind mit dem Aufbau von Kostenrechnungssystemen vertraut. Sie haben die Unterscheidungen nach Kostenarten und -kategorien verstanden, beherrschen die Kostenstellenrechnung zur Erfassung innerbetrieblicher Leistungsverflechtung und sind praktisch in der Lage, die Selbstkosten von Kostenträgern zu kalkulieren. Die Studierenden haben im Rahmen der Produktionswirtschaft und Logistik Ansätze zur Erzeugnisprogrammplanung und Losgrößenoptimierung erlernt und beherrschen zudem Rechenansätze der Bedarfsermittlung und Kostenkalkulation. Sie haben analytische Fähigkeiten produktionswirtschaftlicher Modellierung erlangt und sind in der Lage, praktische Entscheidungsprobleme zu lösen. Im Rahmen des Marketing haben die Studierenden zentrale absatzwirtschaftliche Ziele, Aufgabenbereiche sowie die Elemente des Marketingmix kennengelernt. Sie sind nach den Übungen in der Lage, analytisch eine erfolgsmaximale Preispolitik zu ermitteln und beherrschen die Ansätze zur Marktsegmentierung und Preisdifferenzierung. Anhand einer Fallstudie zur Produktentwicklung haben die Studierenden gelernt, Kundenbedürfnisse zu erheben und kostenoptimal in technische Qualitätsmerkmale zu übersetzen. Die Studierenden haben differenzierte Kenntnisse über die Aufgabenbereiche und Planungstechniken des Projektmanagements und der Organisationslehre erlangt. Sie haben die zentralen Problemfelder des Projektmanagements verstanden und sind in der Lage, Projektziele zu definieren und unterschiedliche Arten von Netzplänen zu erstellen und auszuwerten. Sie haben die verschiedenen Organisationsformen samt ihrer Vor- und Nachteile kennengelernt und sind in der Lage, effektive Rahmenbedingungen für die Projektarbeit und -kontrolle zu schaffen. Nach den Übungen können die Studenten Anwendungsfälle lösen und nach intensiven Diskussionen und Gruppenarbeit Leistungen ihrer Kommilitonen richtig einschätzen und würdigen. Sie berücksichtigen Kritik, beherzigten Anmerkungen und nehmen Hinweise an.

### Vorkenntnisse

keine

### Inhalt

0. Einführung
1. Unternehmerische Grundsatzentscheidungen
2. Internes Rechnungswesen
3. Produktionswirtschaft und Logistik
4. Marketing
5. Fallstudie "Produktentwicklung"
6. Projektmanagement und Organisation

Dieser Kurs entspricht einer spezifischen Ausgestaltungsoption der umfassenderen Veranstaltung Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre und beinhaltet somit nicht zwingend alle in ihr enthaltenen Kapitel.

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

begleitendes Skript inkl. Übungsaufgaben und Aufgaben zum Selbststudium,  
ergänzendes Presenter, zusätzliches Lernmaterial, Klausuren und  
interaktive Excel-Sheets zum Download auf moodle,  
PowerPoint-Präsentationen per Beamer, ergänzt um Tafel- und Presenternotizen

Literatur

- Corsten, H./Corsten, H./Gössinger, R.: Projektmanagement, 2. Aufl., München 2008
- Dyckhoff, H.: Produktionstheorie, 5. Aufl., Berlin 2006
- Richter, M./Schlink, H./Souren, R.: Marktnahe Produktentwicklung mittels House of Quality, Conjoint Analyse und Target Costing, Ilmenau 2016
- Wöhe, G./Döring, U./Brösel, G.: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 26. Aufl., München 2016
- Wöhe, G./Döring, U./Brösel, G.: Übungsbuch zur Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 15. Aufl., München 2016

Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=75>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Medieningenieurwissenschaften 2023  
Bachelor Medientechnologie 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Regenerative Energietechnik 2022

## Modul: Projektarbeit

Modulabschluss: Prüfungsleistung alternativ Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200467 Prüfungsnummer: 2400819

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Thomas Hannappel

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2428

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |
|-------------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|
|                               | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P |
|                               |      |   |   |      |   |   | 0    | 0 | 4 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben den praktischen Umgang mit Techniken zur Umwandlung von regenerativen Energien in andere Energieformen und zu deren Weiternutzung bzw. Speicherung vertieft. Sie sind in der Lage, entsprechende Systeme praktisch zu handhaben und zu bewerten. Sie haben demonstriert, dass sie die zur Lösung von Aufgabenstellungen unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades erforderlichen Arbeiten zielorientiert strukturieren, planen und organisieren können.

Die Studierenden haben in Versuchen aus einem der Spezialisierungsfelder (Solarenergiekonversion, Thermische Energiesystem und Elektroenergiesystemtechnik) des Studiengangs ihre praktischen Fähigkeiten ausgebaut und entsprechend ihrer bereits erworbenen theoretischen Kenntnisse selbstständig vertieft. In der Regel wurde das Praktikum in einem der bei den Lerninhalten des Moduls genannten Themenfelder (in Absprache mit dem jeweiligen Fachgebietsleiter) durchgeführt. Mit der Anfertigung von Versuchsprotokollen oder einer Ausarbeitung von theoretischen Arbeiten, einem Abschlussbericht und einem abschließenden Kolloquium sind die Studierenden fortan in der Lage, ihre Ergebnisse in Schrift und Wort verständlich darzustellen, unter Berücksichtigung verschiedener Aspekte der Versuchsdurchführung adäquat zu beurteilen und daraus die nötigen Schlussfolgerungen zu ziehen. Die inhaltlich auf das Thema der Masterarbeit ausgerichtete Spezialisierung in der Projektarbeit hat die Studierenden befähigt, bereits geeignete Hypothesen zu entwickeln und zu formulieren. Sie können Experimente eigenständig konzipieren und den Versuchsablauf planen sowie geeignete Schlussfolgerungen aus den gewonnenen Ergebnissen ableiten.

Aus den Arbeiten, die im Team der jeweiligen Arbeitsgruppe zu erbringen sind, ist die Fähigkeit, Kritik anzunehmen, geschult. Die Studierenden können Hinweise einordnen und würdigen, um die Lösungsfindung zu optimieren. Sie sind in der Lage, im Team zu interagieren und haben ihre Kooperationsbereitschaft und -fähigkeit ausgebaut. Sie sind nach der Projektarbeit fähig, ihre eigene Leistung einzuordnen und einzuschätzen und hinsichtlich möglichen Verbesserungspotentials kritisch zu beleuchten.

### Vorkenntnisse

### Inhalt

Themenfelder:

- Aufbau von energierelevanten Grenzflächen (FG Grundlagen von Energiematerialien);
- Vermessung von Ladungsträgerlebensdauern in Energiematerialien (FG Grundlagen von Energiematerialien);
- Photoelektrochemische Modellexperimente zur Wasserspaltung (FG Grundlagen von Energiematerialien und FG Elektrochemie und Galvanotechnik);
- Elektrochemische Speicherung und Wandlung von Energie mit Batterien, Brennstoffzellen etc. (FG Elektrochemie und Galvanotechnik);
- Elektronische Struktur und chemische Zusammensetzung energierelevanter Ober- und Grenzflächen inklusive Molekül-Oberflächen-Wechselwirkung (FG Technische Physik I);
- Optische Spektroskopie an energierelevanten Materialien (Ellipsometrie, Tieftemperatur PL etc.) (FG Technische Physik I);
- Wärmetechnische Analyse des Flüssigzinn-Umlaufkanals TINTELO (FG Technische Thermodynamik);
- Elektromagnetische Strömungsmessung in Flüssigmetallschmelzen (FG Technische Thermodynamik);
- Optische Strömungsmessung mittels Particle Image Velocimetry (FG Technische Thermodynamik);
- Elektrische Maschinen (FG Kleinmaschinen);
- Leistungselektronische Bauelemente und Stromversorgungen (FG Industrieelektronik);

- Beanspruchung von Isoliersystemen und dielektrische Eigenschaften von Isoliermaterialien der elektrischen Energietechnik (Forscherguppe Hochspannungstechnologien);
- Betrieb und Design elektrischer Energienetze (FG Elektrische Energieversorgung);
- n.V. (FG Leistungselektronik und Steuerungen in der Elektroenergietechnik).

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

---

Literatur

Versuchsbeschreibung; Literaturhinweise dort; eigenständige begleitende Literatur

Detaillangaben zum Abschluss

Durchführung von Versuchen, Anfertigung von Versuchsprotokollen (75%), Kolloquium (25%)

Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Regenerative Energietechnik 2022

## Modul: Grundlagen der solartechnischen Energiekonversion

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200466 Prüfungsnummer: 2400818

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Thomas Hannappel

|   |                   |                              |                  |
|---|-------------------|------------------------------|------------------|
| Leistungspunkte: 5                              | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 94 | SWS: 5.0         |
| Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften |                   |                              | Fachgebiet: 2428 |

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |  |  |  |
|-------------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|--|--|--|
|                               | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P |  |  |  |
|                               | 3    | 2 | 0 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |  |  |  |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben aus Vorlesung und Übung ein umfassendes Verständnis der Prinzipien bei der Konversion von solarer Wärmestrahlung in Freie Energie bzw. in Gibbs-Energie gewonnen, insbesondere durch die Berücksichtigung und Beschreibung von Entropieflüssen. Sie haben dabei die quantenmechanische Begründung des Planckschen Strahlungsgesetzes ebenso im Detail erarbeitet wie die Grundprinzipien der thermischen Solarenergienutzung in einer solaren Wärmekraftmaschine und der elementaren Prozesse in einer Solarzelle, bei und nach der photoinduzierten Anregung. Sie verstehen die Prinzipien der Halbleiterphysik und können verschiedene Konzepte beurteilen, so dass sie befähigt sind, die für die Solarenergiekonversion wesentlichen Aspekte von geeigneten Halbleiterstrukturen zu identifizieren und zu bewerten. Sie sind in der Lage, ihr Wissen auf konkrete Fragestellungen für die Umsetzung verschiedener Konzepte zur Nutzung der Solarenergie anzuwenden und theoretisch mögliche Konversionseffizienzen der verschiedenen Konzepte zu berechnen und zu vergleichen. Sie können Lösungen für die praktische Umsetzung der Konzepte entwickeln und in Abhängigkeit von den technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen einschätzen. Nach den Übungen sind die Studierenden in der Lage, spezifische Problemstellungen von verschiedenen Gesichtspunkten her zu beleuchten und zu diskutieren. Sie haben gelernt, unterschiedliche Lösungsansätze zu berücksichtigen und diese hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit miteinander zu vergleichen.

### Vorkenntnisse

Grundkenntnisse in Physik, Chemie und Thermodynamik

### Inhalt

- Beschreibung der Sonneneinstrahlung, Prinzip der thermischen Solarenergienutzung
- Prinzip der photovoltaischen Solarenergienutzung
- Klassifizierung von Solarzellen
- grundlegenden Eigenschaften und Konzepte der elektronischen Zustände in Halbleitern
- prinzipielle Rekombinationsmechanismen
- Ladungsträgertransport in Halbleitern und Kontaktsystemen
- thermodynamische Betrachtung
- theoretische Limitierung der photovoltaischen Konversionseffizienz
- Vergleich photovoltaischer und solarthermischer Konversionseffizienzen

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

PowerPoint-Präsentationen mit Animationen (Beamer & Download), detaillierte Übungsanleitungen

### Literatur

- Peter Würfel: Physik der Solarzellen, Heidelberg, Berlin: Spektrum, Akadem. Verlag
- Jenny Nelson: The Physics of Solar Cells, Imperial College Press 2003
- Adolf Goetzberger, Volker Hoffmann: Photovoltaic solar energy generation, Springer 2005
- Alexis de Vos: Endoreversible thermodynamics of solar energy conversion, Oxford Science Publications; Neue Auflage: Thermodynamics of Solar Energy Conversion (Feb/2008)

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs



verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Regenerative Energietechnik 2022

Master Technische Physik 2023

## Modul: Laborpraktikum Regenerative Energietechnik

Modulabschluss: Prüfungsleistung Praktika mit Testkarte      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch/Englisch      Pflichtkennz.: Pflichtmodul      Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 201068      Prüfungsnummer: 2400859

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Thomas Hannappel

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 105      SWS: 4.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften      Fachgebiet: 2428

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |   |   |   |  |  |  |
|-------------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|---|---|---|--|--|--|
|                               | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P | V | S | P |  |  |  |
|                               | 0    | 0 | 4 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |   |   |   |  |  |  |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben umfassend mit verschiedenen Techniken der regenerativen Energietechnik experimentiert und sind nun insbesondere mit der Umwandlung von Solarenergie in andere Energieformen und deren Weiternutzung vertraut. Sie haben sich dabei ein detailliertes praktisches Verständnis der Techniken der regenerativen Energietechnik angeeignet und können dieses auch demonstrieren. Nach Versuchen aus den drei Spezialisierungsfeldern haben sie ihre theoretischen Kenntnisse der regenerativen Energietechnik gefestigt und können diese in der Praxis anwenden.

Durch die Experimente zur Charakterisierung von verschiedenen Solarzellentypen sind die Studierenden in der Lage diese in Bezug auf ihre Kenngrößen zu analysieren und zu bewerten. Sie können außerdem thermodynamische Prozesse sowie Systeme zur Energiespeicherung evaluieren und optimieren. Die Studierenden haben tiefgehendes Verständnis der experimentellen Methoden und können über die praktische Arbeit hinaus ihre Ergebnisse einordnen, validieren und verständlich schriftlich in einer Ausarbeitung der Ergebnisse darstellen. Mit der Durchführung des Laborpraktikums sind die Studierenden auf die Projektarbeit, und damit letztlich auf die experimentelle Arbeit bis hin zur Masterarbeit vorbereitet. Bedingt durch die Durchführung der Versuche in Gruppen von zwei bis drei Studierenden haben die Studierenden gelernt, im Team zu arbeiten, Kritik zu beherzigen und die Leistungen ihrer Mitstudierenden entsprechend zu würdigen. Sie haben gelernt, sich und ihre Arbeit zielorientiert zu organisieren und zu strukturieren.

### Vorkenntnisse

-

### Inhalt

Ausgewählte Versuche im Praktikum:

Solarzelle,

Grätzel-Zelle,

Blei-Säure-Akkumulator (BleiBatt),

Solarkollektor,

Heißluftmotor.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

### Literatur

Versuchsbeschreibung und ergänzende Literatur

### Detailangaben zum Abschluss

Durchführung von Laborversuchen mit Testat und Anfertigung eines Versuchsprotokolls.

Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=123>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Regenerative Energietechnik 2022

## Modul: Regenerative Energien und Speichertechnik

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Deutsch/Englisch

Pflichtkenn.: Pflichtmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200591

Prüfungsnummer: 210496

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Andreas Bund

|   |                   |                               |                  |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|-------------------|-------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Leistungspunkte: 5                                  | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 105 | SWS: 4.0         |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik |                   |                               | Fachgebiet: 2175 |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| SWS nach  | 1.FS              | 2.FS                          | 3.FS             | 4.FS | 5.FS | 6.FS | 7.FS | 8.FS | 9.FS | 10.FS |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Fach-   | V                 | S                             | P                | V    | S    | P    | V    | S    | P    | V     | S | P | V | S | P | V | S | P | V | S | P | V | S | P | V | S | P |
| semester  | 2                 | 1                             | 1                |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben aus Vorlesung, Übung und Praktikum ein umfassendes Verständnis der physikalisch-chemischen Grundlagen für die Speicherung und Wandlung von Energie gewonnen, insbesondere für die erneuerbaren Energieträger (z. B. Wind-, Solar- und Wasserkraft). Sie können die theoretischen Wirkungsgrade der entsprechenden Wandlerysteme abschätzen und diese hinsichtlich ihrer technischen Grenzen einordnen. Für die längerfristige Speicherung von Energie können sie geeignete Systeme vorschlagen (z. B. verschiedene Typen von Elektrolyseuren oder spezielle Batterien), da sie die entsprechenden theoretischen Grundlagen verstanden haben.

### Vorkenntnisse

Grundkenntnisse in Physik und Chemie

### Inhalt

- Thermodynamische Grundlagen der Energiewandlung
- Allgemeine Grundlagen zu Wind-, Wasser- und Sonnenenergie
- Physikalische und chemische Grundlagen von Energiewandlern und Speichern
- Eigenschaften, Herstellung und Verteilung verschiedener Energieträger (z. B. Wasserstoff)

Die Lehrveranstaltung sieht darüber hinaus das Absolvieren von Praktikumsversuchen inkl. Erstellen von Praktikumsberichten vor.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Projektor

Tafelanschrieb

Moodle-Kurs: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=3792>

### Literatur

- Holger Watter: Nachhaltige Energiesysteme. Vieweg+Teubner, 2009
- Richard A. Zahoranski: Energietechnik, 4. Auflage. Vieweg+Teubner, 2009
- K. Kordesch, G. Simader: Fuel cells and their application. Wiley-VCH, 1996
- J. Larminie, A. Dicks: Fuel cell systems explained, 2nd edition. John Wiley & Sons, 2003
- Ryan O'Hayre, Suk-Won Cha, Whitney Colella, Fritz B. Prinz: Fuel cells fundamentals, 2nd edition. John Wiley & Sons, 2009
- M. Kaltschmidt, H. Hartmann, H. Hofbauer: Energie aus Biomasse, 2. Auflage. Springer, 2009

### Detaillangaben zum Abschluss

Das Modul Regenerative Energien und Speichertechnik mit der Prüfungsnummer 210496 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- schriftliche Prüfungsleistung über 90 Minuten mit einer Wichtung von 70% (Prüfungsnummer: 2100934)
- alternative semesterbegleitende Studienleistung mit einer Wichtung von 30% (Prüfungsnummer: 2100935)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

Ausarbeitung eines Beleges im Rahmen des Seminars.  
Teilleistung 2 wird nur im Wintersemester angeboten.

Auf Grund des Seminars beträgt die maximale Kapazität (mögliche Teilnehmer) des Moduls 39 Studierende. Studierende, für die das Modul ein Pflichtmodul in ihrem Studiengang ist, haben Priorität.

[Link zum Moodle-Kurs](#)

verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Elektrochemie und Galvanotechnik 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Fahrzeugtechnik 2014  
Master Fahrzeugtechnik 2022  
Master Regenerative Energietechnik 2022  
Master Werkstoffwissenschaft 2021

## Modul: Einführung in die Quantenmechanik

Modulabschluss: Studienleistung alternativ Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Pflichtmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200397

Prüfungsnummer: 2400748

Modulverantwortlich: Dr. Wichard Beenken

|   |                   |                               |                  |       |       |       |       |       |       |       |
|---|-------------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Leistungspunkte: 5                              | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 105 | SWS: 4.0         |       |       |       |       |       |       |       |
| Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften |                   |                               | Fachgebiet: 2421 |       |       |       |       |       |       |       |
| SWS nach<br>Fach-<br>semester                   | 1.FS              | 2.FS                          | 3.FS             | 4.FS  | 5.FS  | 6.FS  | 7.FS  | 8.FS  | 9.FS  | 10.FS |
|   | V S P             | V S P                         | V S P            | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P |
|   | 2 2 0             |                               |                  |       |       |       |       |       |       |       |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

**Vorlesung:** Die Studierenden erkennen Quantenphysik als die Basis des modernen physikalischen Weltbildes und Grundlage der modernen Chemie. Durch die Vorlesung sind sie mit den physikalischen Grundlagen der Quantenmechanik vertraut und verstehen deren Anwendung auf grundlegende Problemstellungen der Atomphysik. Diese Kenntnisse dienen ihnen als Grundlage für die Lehrveranstaltungen "Einführung in die Quantenchemie" (M-BTC) sowie "Einführung in die Festkörperphysik für Ingenieure" (RET).

**Übung:** Durch selbständig zu bearbeitenden Übungsaufgaben haben die Studierenden die Methodik und mathematischen Grundlagen der Quantenmechanik gefestigt und gelernt, sie selbständig auf weiterführende, konkrete Problemstellungen anzuwenden. Sie sind in der Lage, die eigenen Ergebnisse der Bearbeitung der Übungsaufgaben, die sie als vorstellungswürdig einschätzen, zu präsentieren und diskutieren Sie mit Ihren Kommilitonen. Sie haben gelernt Hinweise und Anmerkungen zu beachten und Kritik zu würdigen.

**Ergänzende Lehrveranstaltungen:** Interessierte Studierende der Regenerative Energietechnik haben sich im Rahmen der Lehrveranstaltung "Mathematische Ergänzungen zur Quantenmechanik" eventuell fehlende mathematische Kenntnisse angeeignet. Die Lehrveranstaltung wurde vom Dozenten als Blockveranstaltung nach Vereinbarung gesondert angeboten.

### Vorkenntnisse

Voraussetzung sind mathematische Kenntnisse insbesondere der Matrizenrechnung sowie der gewöhnlichen Differentialgleichungen auf dem Niveau der Vorlesungen Mathematik 1-3. Hilfreich sind Kenntnisse des Atommodells aus den Vorlesungen zur Allgemeinen Chemie bzw. Physikalischen Chemie, sowie Grundkenntnisse der Physik auf dem Niveau der Vorlesungen Physik 1&2

### Inhalt

1. Welle-Teilchen Dualismus
2. Postulate der Quantentheorie, Korrespondenzprinzip
3. Schrödingergleichung, Wahrscheinlichkeitsinterpretation
4. Matrizenmechanik, Dirac-Notation
5. Harmonischer Oszillator
6. Wasserstoffatom
7. Störungstheorie

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel

### Literatur

- J. Reinhold: Quantentheorie der Moleküle, Teubner 2004, ? 29.90
- F. Schwabl: Quantenmechanik, Springer 2007, ? 32.99

### Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Biotechnische Chemie 2020  
Master Biotechnische Chemie 2023  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022  
Master Regenerative Energietechnik 2022  
Master Technische Physik 2023

## Modul: Einführung in die Festkörperphysik

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Pflichtmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200385 Prüfungsnummer: 2400733

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Stefan Krischok

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 242

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |   |   |   |  |  |  |
|-------------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|---|---|---|--|--|--|
|                               | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P | V | S | P |  |  |  |
|                               |      |   |   | 3    | 1 | 0 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |   |   |   |  |  |  |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden verstehen nach der Vorlesung die grundlegenden Konzepte und die experimentellen Methoden der modernen Festkörperphysik. Ausgehend von der geordneten Struktur sind ihnen die physikalischen Eigenschaften von Festkörpern, insbesondere von Gitterschwingungen und Elektronenzuständen vertraut. Sie können diese beschreiben und erläutern. Die Studierenden sind nach den Übungen fähig, mit Hilfe von Differential-, Integral- und Vektorrechnung die vorgestellten Konzepte in konkreten Problemstellungen anzuwenden.

Sie können mit Begriffen und Erkenntnissen der Festkörperphysik und Materialphysik umgehen und können makroskopische Eigenschaften durch mikroskopische Beschreibungen erklären.

### Vorkenntnisse

### Inhalt

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die grundlegenden Konzepte und die experimentellen Methoden der modernen Festkörperphysik. Ausgehend von der geordneten Struktur werden die physikalischen Eigenschaften von Festkörpern, insbesondere von Gitterschwingungen und Elektronenzuständen behandelt. Die Studierenden werden befähigt, mit Hilfe von Differential-, Integral- und Vektorrechnung die vorgestellten Konzepte in konkreten Problemstellungen anzuwenden.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel, Computer-Präsentation

### Literatur

Bespiele von besonderer Bedeutung für die Vorlesung sind:

- [1] Ch. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik;
- [2] Ashcroft, Neil W.; Mermin, N.D.: Festkörperphysik, Oldenbourg, 2005; bzw. Solid State Physics, Thomson Learning, 1976

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Regenerative Energietechnik 2022  
 Master Werkstoffwissenschaft 2021



## Modul: Leistungselektronik 1 - Grundlagen

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 120 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkennz.: Pflichtmodul      Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200554

Prüfungsnummer: 2100896

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Albrecht Gensior

|   |                   |                              |                  |           |           |           |           |           |           |           |
|---|-------------------|------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Leistungspunkte: 5                                  | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 94 | SWS: 5.0         |           |           |           |           |           |           |           |
| Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik |                   |                              | Fachgebiet: 2161 |           |           |           |           |           |           |           |
| SWS nach<br>Fach-<br>semester                       | 1.FS              | 2.FS                         | 3.FS             | 4.FS      | 5.FS      | 6.FS      | 7.FS      | 8.FS      | 9.FS      | 10.FS     |
|   | V   S   P         | V   S   P                    | V   S   P        | V   S   P | V   S   P | V   S   P | V   S   P | V   S   P | V   S   P | V   S   P |
|   | 2   2   1         |                              |                  |           |           |           |           |           |           |           |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen nach der Vorlesung und dazu gehörigen Übungen grundlegende physikalische Prinzipien der Leistungshalbleiter und ihre Anwendung in leistungselektronischen Schaltungen.

Sie verstehen den grundsätzlichen Aufbau von Stromrichterschaltungen, die Beanspruchung leistungselektronischer Bauelemente während der Kommutierung und die wichtigsten Steuerprinzipien leistungselektronischer Schaltungen.

Sie sind nach dem Praktikum in der Lage leistungselektronische Schaltungen in ihrem statischen und dynamischen Verhalten und in der Einbindung in einfache Regelkreise zu verstehen und zu dimensionieren.

### Vorkenntnisse

Grundlagen des ingenieurwissenschaftlichen Studiums

### Inhalt

#### Einführung

- Abgrenzung des Fachgebiets
- Grundprinzip leistungselektronischer Schaltungen

#### Leistungselektronische Bauelemente

- Dioden (als Schalter, Solarzellen und -module)
- Thyristoren
- aktiv ein- und ausschaltbare Bauelemente (MOSFET, IGBT)
- Aufbau, Verlustmodelle, Schaltverhalten

#### DC-DC-Steller

- Grundsaltungen
- Modellbildung (geschaltete und gemittelte Modelle)
- Ruhelagen gemittelter Modelle
- Grundlagen der Modulation
- Entwurf einer Steuerung
- Stromregelung durch Vorgabe einer Fehlerdynamik

#### Ein- und dreiphasiger spannungsgeführter Stromrichter am Netz

- Modellbildung, Wahl geeigneter Koordinaten
- Grundlagen der Modulation
- Stromregelung
- Einführung in Methoden zur optimalen Ausnutzung des Stellbereichs
- Anwendungsbeispiele (aktiver Gleichrichter, aktives Filter)

## Ein- und dreiphasige Thyristorstromrichter am Netz

- Stellgesetze für verschiedene Lasten

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form  
Foliensatz zur Vorlesung, GNU Octave/MATLAB

### Literatur

wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

Leistungselektronik 1 (tu-ilmenau.de)

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Electric Power and Control Systems Engineering 2021  
Master Fahrzeugtechnik 2022  
Master Regenerative Energietechnik 2022  
Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET

## Modul: Elektrische Energiesysteme 2 - Systembetrieb

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200519

Prüfungsnummer: 2100856

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Dirk Westermann

|   |                   |                               |                  |       |       |       |       |       |       |       |
|---|-------------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Leistungspunkte: 5                                  | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 105 | SWS: 4.0         |       |       |       |       |       |       |       |
| Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik |                   |                               | Fachgebiet: 2164 |       |       |       |       |       |       |       |
| SWS nach  | 1.FS              | 2.FS                          | 3.FS             | 4.FS  | 5.FS  | 6.FS  | 7.FS  | 8.FS  | 9.FS  | 10.FS |
| Fach-   | V S P             | V S P                         | V S P            | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P |
| semester  |                   | 2 2 0                         |                  |       |       |       |       |       |       |       |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nachdem Studierende die Veranstaltung besucht haben, können sie den Aufbau des Europäischen Verbundnetzes inkl. der maßgeblichen Akteure beschreiben sowie die stationäre Netzberechnung erklären. Sie sind in der Lage Stabilitätsphänomene in elektrischen Netzen und grundlegende Netzschutzprinzipien zu benennen.

Sie können Vorgänge, die zu Blackouts führen sowie den Aufbau eines stationären linearen Netzmodells erklären und Verfahren zur stationären Netzberechnung beurteilen.

Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage, Strategien für die Einordnung und Analyse dynamischer Vorgänge im elektrischen Energiesystem zu entwickeln.

Nach dem Besuch der Vorlesung können die Studierenden das Leistungs-Frequenzverhalten in elektr. Energiesystemen bewerten und wesentliche Parameter der Netzregelung zusammenfassen.

Nach dem Seminar haben die Studierenden ihre in der Vorlesung erworbenen Kenntnisse anhand ausgewählter Beispiele vertieft.

Nach Beendigung der Veranstaltung können die Studierenden die eigenen Leistungen und die ihrer Kommilitonen richtig einschätzen und bewerten.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Energietechnik,

Elektrische Energiesysteme 1

### Inhalt

#### 1 Grundlagen der Lastflussberechnung

- Knotenadmittanzmatrix
- Stromiterationsverfahren
- Newton Raphson Verfahren

#### 2 Systemführung

- Lastprofile
- Aufbau des Verbundsystems
- Bilanzkreise und Regelzonen
- Aufgaben der Systemführung
- Systemdienstleistungen
- Leistungs-Frequenz-Verhalten
- Netzkennlinienverfahren
- Netzregelverbund
- Spannungsregelung im Netzverbund
- Rolle von Speichern im Netzverbund

#### 3 Netzschutz

- Anforderungen Schutz
- Aufbau Schutzgerät

- Selektivität
- Kriterien
- Überstrom
- Stromdifferenz
- Phasenwinkeldifferenz
- Zeitabhängigkeit

#### 4 Stabilität

- Stabilitätsklassen
- Statische Winkelstabilität
- Transiente Winkelstabilität
- Spannungsstabilität

#### 5 Blackouts

- Blackoutmechanismen
- Fallbeispiele

#### 6 Netzplanung

- Grundbegriffe
- Aktuelle Leitlinien
- Zielnetzplanung
- Netzentwicklungsplan

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Folien, Tafel, Folienumdrucke  
Webex, Moodle

### Literatur

#### Fachbücher

- Crastan V., Elektrische Energieversorgung I, Springer Verlag, Berlin, 4. Auflage, Hardcover, DOI10.1007/978-3-662-45985-0, 2015
- Heuck K., Dettmann, K.-D., Schulz, D., Elektrische Energieversorgung, Erzeugung, übertragung und Verteilung elektrischer Energie für Studium und Praxis, 9. Auflage, Springer Vieweg, DOI 10.1007/978-3-8348-2174-4, 2013
- Oswald B., Berechnung von Drehstromnetzen, Berechnung stationärer und nichtstationärer Vorgänge mit Symmetrischen Komponenten und Raumzeigern, 3. Auflage, Springer Verlag Berlin, DOI 10.1007/978-3-658-14405-0, 2017
- Schwab, A., Elektroenergiesysteme, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 4. Auflage, DOI10.1007/978-3-662-46856-2, 2015
- Oeding D, Oswald B, Elektrische Kraftwerke und Nertze, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 8. Auflage, DOI10.1007/978-3-662-52703-0, 206
- Kundur, Prabha: Power System Stability and Control, McGraw-Hill, New York, Toronto, ISBN 0-07-045958-X, 1993

#### Weitere Bücher

- Elsberg M, Blackout -Morgen ist es zu spät, 9. Auflage, Blanvaler Verlag München, 2012 (<http://www.blackout-das-buch.de>)

#### Youtube

- Steuerzentralen deutscher Energienetze - <https://www.youtube.com/watch?v=3IEgVolkyNU>
- Blackout Deutschland Ohne Strom - Deutsch Doku - <https://www.youtube.com/watch?v=p8wOV88ewIU>
- Abenteuer Forschung - Blackout - Geht uns das Licht aus? - <https://www.youtube.com/watch?v=g0fR-o16bLk>
- Hochspannung - Dokumentation von NZZ Format - <https://www.youtube.com/watch?v=2MnaldqIHIA>
- A Day In The Life Of The Grid - <https://www.youtube.com/watch?v=YKnJkh9p9vA>

### Detailangaben zum Abschluss

[Link zum Moodle-Kurs](#)

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2013  
Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021  
Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Electric Power and Control Systems Engineering 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Regenerative Energietechnik 2022  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET

## Modul: Photovoltaik

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch/Englisch Pflichtkennz.: Pflichtmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 201066 Prüfungsnummer: 2400857

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Thomas Hannappel

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 94 SWS: 5.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2428

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |   |   |   |  |  |  |
|-------------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|---|---|---|--|--|--|
|                               | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P | V | S | P |  |  |  |
|                               |      |   |   | 3    | 2 | 0 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |   |   |   |  |  |  |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben die in den Grundmodulen erworbenen Kenntnisse vertieft, kennen die Konzepte der Silizium- und der Dünnschichtphotovoltaik und können diese beurteilen. Sie haben ein detailliertes und kritisches Verständnis von Grenzflächenproblemen erworben. Die Studierenden kennen die wichtigsten Bauformen sowie Produktions- und Charakterisierungsmethoden für Silizium- und Dünnschichtsolarzellen und können diese in Bezug auf Effizienzen und Kosten-Nutzen-Rechnungen evaluieren. Die Studierenden sind in der Lage, ihr Wissen auf konkrete Fragestellungen anzuwenden und geeignete Konzepte hierfür zu identifizieren und zu erarbeiten. Die Studierenden verstehen zudem die Ziele und Ausrichtungen der industriellen Forschung und Entwicklung und können diese zu den verschiedenen Konzepten in Bezug setzen. Sie sind mit Beispielen aus Forschung und Entwicklung in der Industrie auf dem Gebiet erneuerbarer Energien und aus anderen relevanten industriellen Bereichen vertraut.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Photovoltaik und Solarenergienutzung; Grundkenntnisse Chemie; Grundkenntnisse Quantenphysik, Grundkenntnisse in Halbleiterphysik

### Inhalt

In der Lehrveranstaltung Photovoltaik werden die Kenntnisse über die relevanten Materialien für die Photovoltaik, die grundlegenden Konzepte der elektronischen Zustände in Halbleitern, Molekülen und Molekülverbindungen und deren Realisierung mit hochabsorbierenden anorganischen und organischen Materialien sowie des Einflusses von Strukturdimensionen auf Eigenschaften von Halbleitern vertieft. Es wird auf spezielle Aspekte der Anwendung von Halbleitern sowie auf ausgewählte Charakterisierungsmethoden von Halbleiter- und Halbleitergrenzflächeneigenschaften eingegangen. Es werden Aufbau und Typen von kristallinen Silizium- und Dünnschichtsolarzellen, deren Herstellung, für die Produktion relevante Technologien und die Charakterisierung thematisiert. Die Lehrveranstaltung umfasst zudem eine Exkursion, bei der die Studierenden ein auf dem Gebiet der regenerativen Energietechnik tätiges Unternehmen besuchen und so einen Einblick in die Industrie erhalten. Ein Überblick über die relevanten Anwendungsfelder, die Einordnung und allgemeine technologische Trends werden vermittelt. Die Studierenden lernen berufliche Umfelder kennen und es werden Arbeitsmöglichkeiten in der Industrie für Absolventinnen und Absolventen vorgestellt.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

PowerPoint-Präsentationen mit Animationen (Beamer & Download), detaillierte Übungsanleitungen, im Rahmen der Exkursion Führung in Labor und/oder Produktion.

### Literatur

- Peter Würfel "Physik der Solarzellen", Heidelberg, Berlin: Spektrum, Akadem. Verlag, 2000
- Jenny Nelson: "The Physics of Solar Cells", Imperial College Press 2003
- Adolf Goetzberger, Volker Hoffmann: "Photovoltaic solar energy generation", Springer 2005
- Luther, Preiser and Willeke: "Photovoltaics - Guidebook for Decision Makers", Springer 2003
- Wagemann/Eschrich, Grundlagen der photovoltaischen Energieumwandlung
- F. Falk, Script zur Vorlesung "Physik und Technologie von Solarzellen", IPHT Jena
- D. Meissner, Solarzellen

Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Regenerative Energietechnik 2022

## Modul: Innovative Konzepte der Solarenergiekonversion

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 45 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Pflichtmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 201067 Prüfungsnummer: 2400858

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Thomas Hannappel

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften Fachgebiet: 2428

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |   |   |   |
|-------------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|---|---|---|
|                               | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P | V | S | P |
|                               |      |   |   |      |   |   | 2    | 2 | 0 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |   |   |   |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studenten sind nach Vorlesung und Übung befähigt, neue Ansätze in der Solarenergiekonversion zu erarbeiten und einzuordnen. Die Entwicklung von Konzepten zur Steigerung der photovoltaischen Konversionseffizienz in Solarzellen bzw. zur Reduktion von Verlusten gelingt ihnen eigenständig. Konzepte für die Erzeugung solarer Brennstoffe können planvoll entworfen werden. Die Studierenden sind mit innovativen Konzepten vertraut, können diese im speziellen Kontext einordnen und sie in Diskussionen reflektieren; die Studierenden haben ein detailliertes und kritisches Verständnis von relevanten Teilgebieten der Halbleiterphysik und von photoelektrochemischen Prozessen sowie von Aspekten ihrer Anwendung. Die Studierenden sind in der Lage, ihr Wissen auf konkrete Fragestellungen gezielt und ergebnisorientiert anzuwenden und zu interpretieren. Sie sind in der Lage, neue Konzepte im Labormaßstab selbstständig zu entwickeln und zu realisieren und können diese mit geeigneten Analysemethoden charakterisieren und bewerten.

Nach der Übung sind die Studierenden in der Lage, ihre entwickelten Lösungsansätze verständlich zu präsentieren und vorzustellen und diese im Kreis ihrer Kommilitonen zu diskutieren und kritisch zu beleuchten. Sie können Feedback zu Fragen geben und Rückmeldungen zu ihrer Arbeit würdigen und annehmen. Alternative Ansätze können hinsichtlich ihrer Erarbeitung und Praktikabilität angemessen eingeschätzt werden. Die Studierenden haben Produktionstechniken der Solarindustrie an konkreten Beispielen kennengelernt und ihr umfangreiches Wissen weiter ausgebaut. Sie kennen die Unterschiede zwischen Labor und industrieller Fertigung und können die Anwendung von Technologien vom Labormaßstab in die Fertigung beurteilen und die Umsetzung zielgerichtet und lösungsorientiert konzipieren.

### Vorkenntnisse

Grundkenntnisse der Halbleiter-, Quanten-, und Molekülphysik. Grundlagen der Photovoltaik, Festkörperphysik auf Niveau eines Physik BSc, Grundkenntnisse Chemie

### Inhalt

Im Modul werden ausgewählte Themata innovativer Konzepte der Photovoltaik vorgestellt; diese adressieren die Realisierung von aktuell diskutierten Solarzellenkonzepten mit anorganischen und organischen Materialien, Kontaktsystemen, Eigenschaften von Materialklassen, Grenzflächenproblemen und Strukturdimensionen. Dabei wird auch auf spezielle Charakterisierungsmethoden von Halbleiter- Halbleitergrenzflächeneigenschaften eingegangen. Des Weiteren wird die photoelektrochemische Erzeugung solarer Brennstoffe, insbesondere von solarem Wasserstoff dargestellt. Die Produktionstechniken der Solarindustrie werden anhand konkreter Beispiele erläutert.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

PowerPoint-Präsentationen mit Animationen (Beamer & Download)

### Literatur

- Spezialliteratur
- Peter Würfel "Physik der Solarzellen", Heidelberg, Berlin: Spektrum, Akadem. Verlag, 2000
  - Jenny Nelson: "The Physics of Solar Cells", Imperial College Press 2003
  - Adolf Goetzberger, Volker Hoffmann: "Photovoltaic solar energy generation", Springer 2005
  - Alexis de Vos: "Endoreversible thermodynamics of solar energy conversion", Oxford Science Publications; Neue Auflage: "Thermodynamics of Solar Energy Conversion" Feb/2008
  - Martin A. Green "Third Generation Photovoltaics", Springer 2003



- Antonio Luque, Viacheslav Andreev: "Concentrator photovoltaics", Springer 2007
- Luther, Preiser and Willeke: "Photovoltaics - Guidebook for Decision Makers", Springer 2003
- Antonio Luque, Viacheslav Andreev: "Concentrator photovoltaics", Springer 2007

Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Regenerative Energietechnik 2022

## Modul: Angewandte Wärmeübertragung

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 120 min      Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch      Pflichtkennz.: Pflichtmodul      Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200278      Prüfungsnummer: 2300732

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Christian Cierpka

Leistungspunkte: 5      Workload (h): 150      Anteil Selbststudium (h): 105      SWS: 4.0  
 Fakultät für Maschinenbau      Fachgebiet: 2346

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |   |   |   |  |  |  |
|-------------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|---|---|---|--|--|--|
|                               | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P | V | S | P |  |  |  |
|                               |      |   |   | 2    | 2 | 0 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |   |   |   |  |  |  |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Lehrveranstaltung Angewandte Wärmeübertragung gab den Studierenden nach dem Erwerb von Grundkenntnissen in den Lehrveranstaltungen Technische Thermodynamik 1 und Strömungsmechanik 1 tiefere Einblicke in das ingenieurtechnische Grundlagenfach der Wärmeübertragung. Als Lernergebnisse erkennen die Studierenden die fundamentalen physikalischen Mechanismen der Wärmeübertragung in Form von Wärmeleitung, Wärmekonvektion und Wärmestrahlung und verstehen die grundlegende wissenschaftliche Vorgehensweise zur Berechnung der dadurch übertragenen Wärmeströme. Sie können folgern, dass die Methodik des Wärmewiderstands, die Methodik des thermischen Ersatzschaltbilds und die Methodik der systematischen Kennzahlenbildung von zentraler Bedeutung für die erfolgreiche ingenieustechnische Analyse von gekoppelten Wärmeübertragungsproblemen sind. Die Studierenden sind in der Lage, diese Methodik gezielt zur Lösung von ausgesuchten Problemstellungen der Ingenieurtechnik anzuwenden. Die Studierenden können dabei fachspezifische mathematische Methoden benutzen, um instationäre Wärmetransportvorgänge zu analysieren und zu bewerten sowie die Gesetzmäßigkeiten der Wärmeübertragung bei freier und erzwungener Konvektion zu untersuchen und zu interpretieren. Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage, die Wärmeübertragung bei Phasenwechsel (Verdampfung und Kondensation) zuzuordnen. Nach der wöchentlichen Übung können die Studierenden eigenständig und in der Gruppe komplexe anwendungsorientierte Aufgaben lösen, die erzielten Ergebnisse interpretieren und diese auf physikalische Plausibilität durch methodische Entwicklung von geeigneten Lösungsansätzen und Bewertung der den Lösungsansätzen zugrunde liegenden physikalischen Annahmen prüfen. Die Studierenden haben zudem ein tiefes Verständnis in den theoretischen und mathematischen Grundlagen und sind bei erfolgreicher Teilnahme hierdurch an die Anforderungen an ein eventuelles anschließendes Promotionsstudium vorbereitet. Hierdurch entwickelten die Studierenden nicht nur Fachkompetenz, sondern auch Kompetenzen in den Feldern wissenschaftliches Arbeiten und wissenschaftliche Präsentation.

### Vorkenntnisse

Technische Thermodynamik 1 / Strömungsmechanik 1

### Inhalt

Die Inhalte orientieren sich an Forschungsprojekten des Fachgebiets Technische Thermodynamik und umfassen die Punkte:

- Mechanismen der Wärmeübertragung in Form von Wärmeleitung, Wärmekonvektion und Wärmestrahlung sowie die grundlegenden Gesetze zur Berechnung der Wärmeströme in Form des Fourierschen Gesetzes, des Newtonschen Kühlungsgesetzes und des Stefan-Boltzmann-Gesetzes mit Beispielen und Anwendungen.
- Analyse von stationären Wärmeleitungsprozessen mittels der Methodik der Wärmewiderstände und der Methodik des thermischen Ersatzschaltbilds sowie von instationären Wärmeleitungsprozessen mittels der Methodik der lumped capacitance method und den mathematisch/analytischen Methoden zur Lösung partieller Differentialgleichungen mit Beispielen und Anwendungen.
- Analyse von Wärmeübertragungsprozessen bei erzwungener und freier Konvektion bei laminar und turbulenter Strömung mittels der Methodik der Grenzschichttheorie mit Beispielen und Anwendungen,
- Analyse von Wärmeübertragungsprozessen bei Phasenwechsel mittels der Methodik des Behältersiedens und der Methodik der Filmkondensation mit Beispielen und Anwendungen.

Tafel, Projektor, Moodle

#### Literatur

Wärme- und Stoffübertragung, H. Baehr, K. Stephan, Springer-Verlag, Berlin (1996) Fundamentals of Heat and Mass Transfer, F. Incropera, D. DeWitt, J. Wiley & Sons, New York (2002) Freie Konvektion und Wärmeübertragung, U. Müller, P. Ehrhard, CF Müller-Verlag, Heidelberg (1999) VDI-Wärmeatlas, VDI-Verlag Düsseldorf (CD-ROM) Zusatzmaterial auf Moodle

#### Detailangaben zum Abschluss

Als Hilfsmittel für die schriftliche Prüfung dürfen die Studierenden ein selbständig erstelltes Formelblatt sowie die auf Moodle hinterlegten Arbeitsblätter in gebundener Form benutzen.

#### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=1305>

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Fahrzeugtechnik 2022

Master Maschinenbau 2022

Master Regenerative Energietechnik 2022

Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021

Master Technische Physik 2023

## Modul: Technische Thermodynamik 2

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Pflichtmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200279 Prüfungsnummer: 2300733

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Christian Cierpka

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Maschinenbau Fachgebiet: 2346

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |   |   |   |
|-------------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|---|---|---|
|                               | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P | V | S | P |
|                               |      |   |   |      |   |   | 2    | 2 | 0 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |   |   |   |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Lehrveranstaltung Technische Thermodynamik 2 verfolgt das Ziel, den Studierenden nach Erwerb von Grundkenntnissen im Rahmen der Lehrveranstaltung Technische Thermodynamik 1 einen tieferen Einblick in die vielfältigen ingenieurstechnischen Anwendungen der Thermodynamik zu geben. Als Lernergebnisse erkennen die Studierenden die systematische Methodik, welcher die Hauptsätze der Thermodynamik zugrunde liegen. Sie erkennen weiterhin die Wichtigkeit der zentralen Begriffe Entropie und Exergie. Die Studierenden verstehen dadurch die fundamentalen fachspezifischen Zusammenhänge der Technischen Thermodynamik und die Strahlwirkung, welche die Technische Thermodynamik auf angrenzende Fachgebiete der Ingenieurwissenschaften wie Strömungsmechanik, Wärmeübertragung, Messtechnik und Werkstofftechnik sowie auf das interdisziplinäre Gebiet der Regenerativen Energietechnik ausübt. Die Studierenden sind in der Lage, die gewonnenen Fach- und Methodenkenntnisse erfolgreich auf vielfältige technische Prozesse anzuwenden und diese auf Hinblick auf deren energetische und exergetische Effizienz thermodynamisch methodisch zu analysieren. Bei der erfolgreichen Teilnahme an den wöchentlichen Übungen können die Studierenden ihre gewonnenen Ergebnisse beurteilen und bewerten und entwickeln daraus zielgerechte Maßnahmen, thermodynamische Prozesse hinsichtlich ihrer Effizienz zu verbessern und zu optimieren.

### Vorkenntnisse

Technische Thermodynamik 1

### Inhalt

- Die Inhalte orientieren sich an Forschungsprojekten des Fachgebiets Technische Thermodynamik und umfassen die Punkte:
- Hauptsätze der Thermodynamik mit den speziellen Anwendungen Entropie und Exergie.
  - Kälteprozesse mit den Anwendungen Kaltdampf-Kompressions-Kälteprozesse, Absorptionskälteprozesse, Magnetokalorische Kälteprozesse und Linde-Verfahren zur Luftverflüssigung.
  - Kompressible Strömungen mit den Anwendungen Überschall-Windkanäle, senkrechter Verdichtungsstoß und thermoakustische Kälteprozesse.
  - Mischungen idealer Gase und Feuchte Luft mit den Anwendung Klimatisierungstechnik und Auslegung von Kühltürmen.
  - Reaktionsthermodynamik und Verbrennung mit den Anwendungen exergetische Analyse von Verbrennungsmotoren und Maßnahmen zur Abgaswärmerückgewinnung.
  - Auslegung und Berechnung von Wärmeübertragern mit den Anwendungen Kraftwerkstechnik und Motorkühlung.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel, Skript, Arbeitsblätter. Moodle

### Literatur

M.J. Moran, H.N. Shapiro: Fundamentals of Engineering Thermodynamics, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.  
 J. Zierep: Theoretische Gasdynamik, Verlag G. Braun Karlsruhe, Karlsruhe.  
 W. Polifke, J. Kopitz: Wärmeübertragung - Grundlagen, analytische und numerische Methoden, Pearson-

Studium, München.

Fachartikel aus wissenschaftlichen Zeitschriften und Journalen

Detailangaben zum Abschluss

Als Hilfsmittel für die schriftliche Prüfung dürfen die Studierenden ein selbständig erstelltes Formelblatt sowie die auf Moodle hinterlegten Arbeitsblätter in gebundener Form benutzen.

Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Maschinenbau 2022

Master Regenerative Energietechnik 2022

## Modul: Batterien und Brennstoffzellen

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Deutsch/Englisch

Pflichtkennz.: Pflichtmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200592

Prüfungsnummer: 210497

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Andreas Bund

|   |                   |                              |                  |       |       |       |       |       |       |       |
|---|-------------------|------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Leistungspunkte: 5                                  | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 94 | SWS: 5.0         |       |       |       |       |       |       |       |
| Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik |                   |                              | Fachgebiet: 2175 |       |       |       |       |       |       |       |
| SWS nach<br>Fach-<br>semester                       | 1.FS              | 2.FS                         | 3.FS             | 4.FS  | 5.FS  | 6.FS  | 7.FS  | 8.FS  | 9.FS  | 10.FS |
|   | V S P             | V S P                        | V S P            | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P |
|   |                   | 2 2 1                        |                  |       |       |       |       |       |       |       |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben im Rahmen der Vorlesung sowie durch Absolvieren der Praktikumsversuche vertiefte Kenntnisse zur Funktionsweise der wichtigsten elektrochemischen Speicher und Wandler erworben. Sie können die Leistungsdaten dieser Systeme bewerten und für eine gegebene Anwendung (Unterhaltungselektronik, Elektromobilität, Netzstabilisierung) ein geeignetes System auswählen.

Im Rahmen der begleitenden Praktikumsversuche setzen Studierende die in der Vorlesung kennengelernten Herangehensweisen in anwendungsbezogene Aufgabenstellungen um. Die Arbeit in Gruppen baute die Fähigkeit aus, unterschiedliche Auffassungen und Herangehensweisen zu akzeptieren und anzuerkennen. Neben dem Vertreten der eigenen Überzeugung sind die Studierenden so auch in der Lage, andere Meinungen zuzulassen und im Kontext ihre eigene zu hinterfragen.

### Vorkenntnisse

Grundkenntnisse in Physikalischer Chemie und Elektrochemie

### Inhalt

- Thermodynamische und kinetische Grundlagen von Brennstoffzellen und Batterien
- Grundlagen und Anwendungen wichtiger Brennstoffzellentypen wie z.B. Polymer electrolyte membrane fuel cell, direct alcohol fuel cell, alkaline fuel cell, phosphoric acid fuel cell, molten carbonate fuel cell, solid oxide fuel cell

- Stationäre und mobile Anwendungen von Brennstoffzellen
- Bereitstellung von Wasserstoff
- Grundlagen und Anwendungen wichtiger Batterietypen wie z.B. Bleiakkumulator, Nickel-basierte Batterien, Lithium-basierte Batterien, Redox-Fluss-Batterien, Metall-Luft-Batterien
- Batteriemangement

Die Lehrveranstaltung sieht darüber hinaus das Absolvieren von Praktikumsversuchen inkl. Erstellen von Praktikumsberichten vor.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Projektor

Tafelanschrieb

### Literatur

• Allen J. Bard, Larry R. Faulkner: Electrochemical methods: Fundamentals and applications, 2nd edition, John Wiley & Sons, 2001

- C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich: Electrochemistry, 2nd edition. Wiley-VCH, 2007
- K. Kordesch, G. Simader: Fuel cells and their application. Wiley-VCH, 1996
- J. Larminie, A. Dicks: Fuel cell systems explained, 2nd edition. John Wiley & Sons, 2003
- Ryan O'Hayre, Suk-Won Cha, Whitney Colella, Fritz B. Prinz: Fuel cells fundamentals, 2nd edition. John Wiley & Sons, 2009
- D. Linden, T. B. Reddy: Handbook of Batteries, 3rd edition. McGraw-Hill, 2002
- Claus Daniel, Jürgen O. Besenhard: Handbook of Battery Materials (two volumes), 2nd edition. Wiley-VCH, 2011

## Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Batterien und Brennstoffzellen mit der Prüfungsnummer 210497 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- schriftliche Prüfungsleistung über 90 Minuten mit einer Wichtung von 70% (Prüfungsnummer: 2100936)
- alternative semesterbegleitende Studienleistung mit einer Wichtung von 30% (Prüfungsnummer: 2100937)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

Ausarbeitung eines Beleges im Rahmen des Seminars.

Die Belegarbeit muss mit mindestens "ausreichend" (4,0) bestanden sein.

Auf Grund des Seminars beträgt die maximale Kapazität (mögliche Teilnehmer) des Moduls 39 Studierende. Studierende, für die das Modul ein Pflichtmodul in ihrem Studiengang ist, haben Priorität.

## Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmeneau.de/course/view.php?id=4716>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021

Master Elektrochemie und Galvanotechnik 2021

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021

Master Fahrzeugtechnik 2014

Master Fahrzeugtechnik 2022

Master Maschinenbau 2017

Master Maschinenbau 2022

Master Regenerative Energietechnik 2022

## Modul: Grundlagen Elektrische Maschinen

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 20 min

Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Pflichtmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200550

Prüfungsnummer: 2100892

Modulverantwortlich: Dr. Andreas Möckel

|   |                   |                               |                  |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|-------------------|-------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Leistungspunkte: 5                                  | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 105 | SWS: 4.0         |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik |                   |                               | Fachgebiet: 2165 |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| SWS nach  | 1.FS              | 2.FS                          | 3.FS             | 4.FS | 5.FS | 6.FS | 7.FS | 8.FS | 9.FS | 10.FS |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Fach-   | V                 | S                             | P                | V    | S    | P    | V    | S    | P    | V     | S | P | V | S | P | V | S | P | V | S | P | V | S | P | V | S | P |
| semester  |                   |                               |                  | 2    | 2    | 0    |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nach der Lehrveranstaltung "Elektrische Maschinen", bestehend aus Vorlesung und dazu gehörigen Übungen, können die Studierenden ihre Kenntnisse über die Elektrotechnik, der Experimentalphysik, des Maschinenbaus und der Werkstoffe anwenden. Sie sind in der Lage Energiewandlungsprozesse zu erkennen, zu systematisieren und zu beschreiben. Sie sind befähigt, elektromagnetische Vorgänge zu analysieren und die im Einsatzfall gegebenen Anforderungen durch die Wahl des Energiewandlers zu entsprechen. Dabei bewerten sie Formen und Zyklen des Antriebs und wählen die Komponenten des Antriebs aus. Sie besitzen die Fähigkeiten, das Bewegungsverhalten des Antriebs zu bewerten und sowohl die elektronischen Ansteuerungen auszuwählen als auch die Eigenschaften der Energiewandler vorteilhaft zu nutzen.

Damit besitzen sie die Kenntnisse, Wissensgebiete zu kombinieren und kreativ Antriebsaufgaben zu lösen.

### Vorkenntnisse

Vorausgesetzt werden die im Grundstudium erworbenen Kenntnisse der Mathematik, Experimentalphysik, Mechanik und Grundlagen der Elektrotechnik.

Eine Übersicht der Maschinenelemente und darüber hinaus Fertigkeiten im technischen Zeichnen und Konstruieren von Maschinenbauteilen erleichtern das Verständnis für die Ausführung realer Energiewandler und die zu erfüllenden Anforderungen.

### Inhalt

1. Wirkungsweise rotierender elektrischer Maschinen
2. Magnetisches Feld in rotierenden elektrischen Maschinen
3. Aufbau, modellbasierte Beschreibung, Ableitung des Betriebsverhalten, Hinweise zum vorteilhaften Einsatz des jeweiligen Maschinentyps, Möglichkeiten zur Steuerung und Regelung für die Grundformen von:

- dreiphasige symmetrische Synchronmaschine
- dreiphasige symmetrische Asynchronmaschine
- elektrisch und permanentmagneterregte Gleichstrommaschine

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Vorlesungsskript, Foliensatz, interaktive Maschinenmodelle, Anschauungsobjekte, Visualisierungstools

Weitere Informationen:

Moodle

technische Ausstattung für Lehre in elektronischer Form:

aktueller PC/Notebook/Laptop mit

- aktuelles Betriebssystem mit aktuellem Virenschutz,
- aktuelles Office-Programm mit Möglichkeit der Nutzung von PDF-Dateien,
- stabile Internetverbindung für störungsfreie Kommunikation (Video- und Audiostream),
- aktueller Webbrowser,
- Videokamera mit ausreichender Erkennbarkeit
- Audiosystem mit ausreichender Sprachverständlichkeit.
- ggf. VPN für Dienste der Universität

### Literatur

Fischer, R.: Elektrische Maschinen - Carl Hanser Verlag München/Wien



Müller, G.: Grundlagen elektrischer Maschinen -VCH Verlagsgesellschaft mbH  
Bödefeld/Sequenz: Elektrische Maschinen -Springer-Verlag Wien  
Voigt, K.: Berechnung elektrischer Maschinen -VCH Verlagsgesellschaft mbH  
Stölting, Kallenbach: Handbuch Elektrische Kleinantriebe -Hanser Verlag  
Nürnberg,W.: Die Asynchronmaschine - Springer Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg  
Nürnberg,W.: Die Prüfung elektrischer Maschinen - Springer Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg »  
Richter,R.: Elektrische Maschinen Band I-V - Verlag Birkhäuser Basel/Stuttgart »  
Sequenz,H.: Wicklungen elektrischer Maschinen - Springer-Verlag Wien

Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Electric Power and Control Systems Engineering 2021  
Master Regenerative Energietechnik 2022

## Modul: Aerodynamik

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200284 Prüfungsnummer: 2300740

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Claus Wagner

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Maschinenbau Fachgebiet: 2349

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |   |   |   |  |  |  |
|-------------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|---|---|---|--|--|--|
|                               | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P | V | S | P |  |  |  |
|                               |      |   |   | 2    | 2 | 0 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |   |   |   |  |  |  |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nach der Vorlesung haben die Studierenden Kenntnisse über die Entstehung und Berechnung der Aerodynamische Kräfte auf Körper, der Existenz von unterschiedlichen Strömungstypen und die Herleitung der Impuls- und Massenerhaltungsgleichungen. Ferner kennen Sie die Definition der Stromlinien, der Zirkulation, der Laplace-Gleichung und wissen wie diese im Rahmen der Potentialtheorie Entwicklung von Potential- und Stromfunktion genutzt werden können. Sie sind zudem vertraut mit der Anwendung der Potentialtheorie zur Berechnung von unterschiedlichen Strömungsproblemen. Sie können die Bernoulli-Gleichungen herleiten und können diese zur Geschwindigkeitsmessung mit dem Pitot-Rohr anwenden. Durch die Mitarbeit in den Übungen sind die Studierenden befähigt, die in der Vorlesung gelehrt theoretischen Gesetzmäßigkeiten zielgerichtet zur Lösung von praxisnahe Aufgabenstellungen einzusetzen. Hierbei sind sie befähigt, die Lösung der Aufgaben in Heimarbeit vorzubereiten und können ihre Ideen und Vorschläge der Gruppe in der Übung vorstellen und hierdurch ihr Selbstvertrauen und ihre Sozialkompetenz stärken. Sie sind dabei in der Lage, Anmerkungen zu beachten und Kritik zu würdigen.

### Vorkenntnisse

Strömungsmechanik 1

### Inhalt

Aerodynamische Kräfte, Strömungstypen, Erhaltungsgleichungen, Stromlinien, Stromfunktion, Zirkulation, Reibungsfreie, inkompressible Strömung, Bernoulli'sche Gleichungen, Pitot-Rohr, Laplace-Gleichung, Potential-Theorie, Strömung um einen Kreiszyylinder, Kutta-Joukowski-Theorem, Quell-Panel Verfahren, Inkompressible Strömung um Profile, Profil-Bezeichnungen, Wirbel-Panel Methode, Kutta-Bedingung, Kelvin'sche Zirkulations-Theorem, Theorie kleiner Störungen für schlanke Profile, Inkompressible Flügelumströmung, Tragflächen-Theorie.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Moodle, Onenote auf iPad, WebEx (online) oder Beamer (Präsenz)

### Literatur

John D. Anderson, Jr. (2011), Fundamentals of Aerodynamics, 5<sup>th</sup> edition, published by McGraw-Hill, ISBN 978-0-07-339810-5

### Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Maschinenbau 2022  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022  
Master Mechatronik 2022  
Master Regenerative Energietechnik 2022

## Modul: Blitz- und Überspannungsschutz

Modulabschluss: Studienleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Testat / Generierte

Sprache: Deutsch

Pflichtkenn.: Wahlmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200514

Prüfungsnummer: 2101072

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Michael Rock

|   |                   |                               |                  |       |       |       |       |       |       |       |
|---|-------------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Leistungspunkte: 5                                  | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 105 | SWS: 4.0         |       |       |       |       |       |       |       |
| Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik |                   |                               | Fachgebiet: 2169 |       |       |       |       |       |       |       |
| SWS nach  | 1.FS              | 2.FS                          | 3.FS             | 4.FS  | 5.FS  | 6.FS  | 7.FS  | 8.FS  | 9.FS  | 10.FS |
| Fach-   | V S P             | V S P                         | V S P            | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P |
| semester  |                   | 2 2 0                         |                  |       |       |       |       |       |       |       |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen nach der Vorlesung das richtige Verhalten bei Gewitter, die Effekte von Blitzentladungen und die Arbeitsweise von Schutzeinrichtungen und können diese beschreiben. Sie können Anlagen und Komponenten hinsichtlich des Blitz- und Überspannungsschutzes analysieren, grob dimensionieren und bewerten. Die Studierenden kennen die grundlegende Ausführung von Einrichtungen zum Blitzschutz und von Blitzschutzanlagen sowie von Überspannungsschutzgeräten und -systemen (Nieder- und Hochspannungsbereich) und verstehen deren Funktionsweise. Die Studierenden sind nach den Übungen in der Lage die mechanischen, thermischen und elektromagnetischen Wirkungen von Blitzströmen zu berechnen oder abzuschätzen. Grundlegend kennen die Studierenden den Aufbau und die Funktionsweise von Einrichtungen zur Nachbildung von elektrischen Blitzgrößen im Labor.

Analytisches Denken und fachübergreifendes Systemdenken sind ausgeprägt.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Elektrotechnik und der elektrischen Energietechnik auf dem Niveau eines Ingenieurstudienganges (BSc); Grundkenntnisse in Elektrotechnischen Geräten, Hochspannungstechnik, Elektrischen Netzen, Elektrischen Energiesystemen

### Inhalt

Geschichte von Blitzschutz und Blitzforschung, Entstehung von Gewittern, Einteilung und Ablauf von Blitzentladungen, Kennwerte und Bedrohungsparameter, grundsätzliche Blitzstromwirkungen, Elektromagnetisches Feld der Blitzentladung, Äußerer Blitzschutz (Fanganordnungen, Ableitung, Erdung), Innerer Blitzschutz (Blitzschutzpotentialausgleich, Trennungsabstand), Blitzschutzkonzept, Überspannungsschutz, Laborsimulation von Blitzströmen und Prüfverfahren, Richtlinien und Normen zum Blitz- und Überspannungsschutz

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

PowerPoint-Präsentationen; Folien; Anschauungsobjekte und Demonstrationsversuche; Bereitstellung von Präsentationen und Folien

### Literatur

Hasse, P.; Wiesinger, J.; Zischank, W.: Handbuch für Blitzschutz und Erdung, Pflaum Verlag, München, 5. Auflage, 2006

Heidler, F.; Stimper, K.: Blitz und Blitzschutz, VDE Verlag GmbH, Berlin, Offenbach, 2009

Rakov, V.A.; Uman, M.A.: Lightning, Physics and Effects, Cambridge University Press, Cambridge, 2005

Baatz, H.: Mechanismus der Gewitter und Blitze, VDE Verlag GmbH, 1985

Noack, F.: Einführung in die elektrische Energietechnik, Hanser Fachbuchverlag, Fachbuchverlag Leipzig, 2002

Kern, A.; Wettingfeld, J.: Blitzschutzsysteme 1 / Blitzschutzsysteme 2, VDE Verlag GmbH, Berlin, Offenbach, 2014/2015

Blitzplaner DEHN + SÖHNE, 3. Auflage, Druckschrift Nr. DS702/2013, Neumarkt/Opf., Juli 2013, <http://www.dehn.de>, 4. Auflage, 2018

Landers, E.U.; P. Zahlmann, P.: EMV - Blitzschutz von elektrischen und elektronischen Systemen in baulichen Anlagen, VDE Verlag GmbH, Berlin, Offenbach, 3. Auflage, 2013

Kopecky, V.: EMV, Blitz- und Überspannungsschutz von A bis Z, Pflaum Verlag, München, 2. Auflage, 2011

Schwab, A.J.; W. Kürner, W.: Elektromagnetische Verträglichkeit, Springer-Verlag, Berlin, 5. Auflage, 2007

Raab, V.: Überspannungsschutz in Verbraucheranlagen: Auswahl, Errichtung, Prüfung, HUSS-MEDIEN, Verlag Technik, Berlin, 2003

Standler, R.B.: Protection of Electronic Circuits from Overvoltages, John Wiley & Sons, New York, 1989, Dover Publications, Mineola, 2002

Hasse, P.: Überspannungsschutz von Niederspannungsanlagen, TÜV-Verlag, 4. Auflage, 1998

DIN EN 62305-1 bis -4 (VDE 0185-305-1 bis -4) (IEC 62305-1 bis -4:2010), Oktober 2011, Blitzschutz, Teil 1: Allgemeine Grundsätze, Teil 2: Risiko-Management, Teil 3: Schutz von baulichen Anlagen und Personen, Teil 4: Elektrische und elektronische Systeme in baulichen Anlagen

Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021

Master Electric Power and Control Systems Engineering 2021

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung EET

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021

Master Regenerative Energietechnik 2016

Master Regenerative Energietechnik 2022

## Modul: Elektrochemische Kinetik

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Wahlmodul

Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200503

Prüfungsnummer: 210486

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Andreas Bund

|   |                   |                               |                  |       |       |       |       |       |       |       |
|---|-------------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Leistungspunkte: 5                                  | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 105 | SWS: 4.0         |       |       |       |       |       |       |       |
| Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik |                   |                               | Fachgebiet: 2175 |       |       |       |       |       |       |       |
| SWS nach  | 1.FS              | 2.FS                          | 3.FS             | 4.FS  | 5.FS  | 6.FS  | 7.FS  | 8.FS  | 9.FS  | 10.FS |
| Fach-   | V S P             | V S P                         | V S P            | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P |
| semester  |                   | 2 0 2                         |                  |       |       |       |       |       |       |       |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben die besonderen Aspekte der elektrochemischen Kinetik im Vergleich zur rein chemischen Kinetik verstanden. Sie können die grundlegenden Kenntnisse auf praktische Fragestellungen wie z. B. die Abscheiderate galvanischer Beschichtungen oder Korrosionsgeschwindigkeiten anwenden und diese Prozesse bewerten. Weiterhin sind sie in der Lage, elektrochemische und galvanische Prozesse basierend auf der erworbenen Fach- und Methodenkompetenzen zu optimieren.

Die Studierenden besitzen nach dem Praktikum Grundfertigkeiten beim Umgang mit elektrochemischen Systemen. Sie sind in der Lage, Experimente an solchen Systemen durchzuführen, indem sie die in der Vorlesung erworbenen Kenntnisse praktisch erproben. Weiterhin können sie die gemessenen Daten grafisch darstellen, auswerten und diskutieren.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Physikalischen Chemie  
 Thermodynamik elektrochemischer Phasengrenzen

### Inhalt

Ausgehend von Konzepten der chemischen Kinetik (Theorie des aktivierten Komplexes) wird die Theorie der elektrochemischen Kinetik behandelt. Der Einfluss des Massentransports (Konvektion, Diffusion, Migration) wird behandelt. Die Nernst-Planck-Gleichung wird betrachtet und für ausgewählte Fälle gelöst. Wichtige elektrochemische Messtechniken (Chronoamperometrie, Chronopotentiometrie, cyclische Voltammetrie) werden in der Vorlesung behandelt und im Praktikum vertieft.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafelanschrieb  
 Projektor

### Literatur

- A.J. Bard, L.R. Faulkner: Electrochemical methods. Fundamentals and applications. 2nd ed., Wiley, 2001
- C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich: Electrochemistry, Wiley-VCH, 1998
- J. Newman, K.E. Thomas-Alyea: Electrochemical systems. 3rd ed., Wiley, 2004

### Detailangaben zum Abschluss

**Das Modul Elektrochemische Kinetik mit der Prüfungsnummer 210486 schließt mit folgenden Leistungen ab:**

- mündliche Prüfungsleistung über 30 Minuten mit einer Wichtung von 70% (Prüfungsnummer: 2100836)
- Studienleistung mit einer Wichtung von 30% (Prüfungsnummer: 2100837)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

Durchführung von Praktikumsversuchen während der Vorlesungszeit sowie Erstellung eines Berichts zu jedem Praktikumsversuch.

Die einzelnen Praktikumsversuche müssen mit mindestens "ausreichend" (4,0) bestanden sein.

Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmenau.de/user/index.php?id=4715>

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Elektrochemie und Galvanotechnik 2021

Master Regenerative Energietechnik 2022

## Modul: Energieeinsatzoptimierung - Grundlagen

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200571 Prüfungsnummer: 2100913

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Peter Bretschneider

|   |                   |                               |                  |
|---|-------------------|-------------------------------|------------------|
| Leistungspunkte: 5                                  | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 105 | SWS: 4.0         |
| Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik |                   |                               | Fachgebiet: 2167 |

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |  |  |  |
|-------------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|--|--|--|
|                               | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P |  |  |  |
|                               |      |   |   | 2    | 2 | 0 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |  |  |  |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben Kenntnisse in:

- Energieversorgungssysteme Strom, Gas und Wärme/Kälte
- Cross-sektorale Energiesysteme - Sektorenkopplung Strom, Wärme/Kälte, Gas, Wasser, Mobilität, Produktion
- Liberalisierte Energiemärkte Strom und Gas
- Regulatorische Rahmenbedingungen und die zu unterstützenden Markt- und Kommunikationsprozesse
- Energietechnische und energiewirtschaftliche Planungs- und Betriebsführungsprozesse
- Aufgaben, Methoden und Prozesse des Energiemanagements und Energiedatenmanagements
- Signal- und Prozessanalysemethoden zur datenbasierten Modellbildung
- Methoden zur Primärdatenaufbereitung
- Deterministische und stochastische Methoden zur Energieprognose
- Vorgehensweise und Modellierung energiewirtschaftlicher Problemstellungen
- Optimierungsverfahren für lineare und gemischt ganzzahlige Problemstellungen

### Erwerb von Kompetenzen

- Nach der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen energietechnischer und energiewirtschaftlicher Prozesse zu erklären sowie die Leistungsfähigkeit und Grenzen der betrachteten Verfahren abzuleiten.
- Die Studierenden sind nach der Vorlesung befähigt, zwischen den markt- und netzseitigen Aufgaben und Anforderungen für die optimale Betriebsführung zu unterscheiden.
- Die Studierenden sind nach dem Besuch der Vorlesung in der Lage, die unterschiedlichen Anforderungen an die Methoden zur Primärdatenaufbereitung zu beurteilen und darauf basierend plausibilisierte Daten zu erzeugen und technische Kennwerte zu bestimmen.
- Die Studierenden können nach Abschluss des Moduls verschiedene Methoden zur Zeitreihenanalyse und -vorhersage zusammenfassen.
- Die Studierenden können die Methoden zur Energieeinsatzoptimierung beurteilen und sind fähig, Optimierungsmodelle zu erstellen und korrekt zu lösen.
- Nach dem Besuch eines rechnergestützten Seminars können die Studierenden die Eigenschaften relevanter Optimierungsmodelle beurteilen.
- Nach Abschluss des Modules können die Studierenden in Beziehungen zu ihren Mitmenschen der Situation angemessen zu handeln.

### Vorkenntnisse

Wünschenswerte Vorkenntnisse:

- Grundlagen elektrischer Energieversorgungssysteme
- Grundlagen der Prozess- und Datenanalyse
- Physikalische Grundlagen im Bereich thermischer Prozesse
- Mathematische Grundlagen im Bereich der Optimierung



## Inhalt

Einführung in die Energieeinsatzoptimierung: Energietechnische und energiewirtschaftliche Grundlagen; Liberalisierte Energiemärkte mit den resultierenden Marktrollen und zu unterstützenden Marktkommunikations- und Informationsverarbeitungsprozesse; Grundlagen zur Primärdatenaufbereitung, Zeitreihenanalyse- und -prognose sowie zur Modellierung und Optimierung energiewirtschaftlicher Problemstellungen; Aufbau und Funktion von Energiemanagement- und Energiedatenmanagementsystemen.

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Präsenz- oder Online-Veranstaltung möglich

- Präsenzveranstaltung: Präsentation mit Beamer, Tafelbilder, Aushändigung der entsprechenden Skripte
- Online-Veranstaltung: Präsentation per Web-Konferenz

## Literatur

- Bazaraa, Serali, Shetty: "Nonlinear Programming: Theory and Algorithms", 3. Auflage, John Wiley & Sons, Inc., 2014,
- Bomze, I. M., Grossmann, W.: "Optimierung - Theorie und Algorithmen - Eine Einführung in Operation Research für Wirtschaftsinformatiker", Wissenschaftsverlag Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich 1993, ISBN 3-411-15091-2
- Bonnans, J.-F., Gilbert, J.C., Lemarechal, C., Sagastizábal, C.A.: "Numerical Optimization", Springer, ISBN 978-3-540-35447-5
- K.H. Borgwardt, "Optimierung, Operation Research, Spieltheorie: Mathematische Grundlagen", Birkenhäuser, 2001
- S. I. N. Bronstein, K.A. Semendjajew, G. Grosche, V. Ziegler, D. Ziegler: "Teubner-Taschenbuch der Mathematik", Teuber Stuttgart, Leipzig 1996
- M. Kaltschmidt, W. Streicher, A. Wiese: "Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 4. Auflage, Springer-Verlag Heidelberg, 1993, 1997, 2003, 2006, ISBN-10 3-540-28204-1
- Siegfried Heiler, Paul Michels: "Deskriptive und Explorative Datenanalyse", R. Oldenbourg Verlag GmbH, 1994, ISBN 978-3-486-22786-4
- J. Karl: "Dezentrale Energiesysteme - Neue Technologien im liberalisierten Energiemarkt", De Gruyter Oldenbourg, 2012, 2. Auflage, ISBN 978-3486577228
- Lothar Sachs: "Angewandte Statistik - Anwendung statistischer Methoden", 9. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1999, ISBN 978-3-662-05750-6
- Benjamin Schleinzler: "Flexible und hierarchische Multiagentensysteme", VDM Verlag, 2008, ISBN 9783639025736
- R. Schlittgen, B. Streitberg: "Zeitreihenanalyse", R. Oldenbourg Verlag GmbH, 9. Auflage, München, 2001, ISBN: 978-3486257250
- Rainer Schlittgen: "Multivariate Statistik", Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2009, ISBN 978-3486585957
- Alireza Soroudi: "Power System Optimization Modeling in GAMS", Springer 2017, ISBN 978-3-319-62349-8
- Winfried Stier: "Methoden der Zeitreihenanalyse", Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2001, ISBN 3-540-41700-1
- Wernstedt, Jürgen: "Experimentelle Prozessanalyse"; Verlag Technik, Berlin 1989
- Zell: "Simulation neuronaler Netze", 4. unveränderter Nachdruck, Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH München, 2003, ISBN 3-486-24350-0

## Detailangaben zum Abschluss

## Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Electric Power and Control Systems Engineering 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung EET  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022  
Master Regenerative Energietechnik 2016  
Master Regenerative Energietechnik 2022  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET

## Modul: Glas- und Keramikwerkstoffe für die Mikro- und Nanotechnik

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200325 Prüfungsnummer: 2300799

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Edda Rädlein

|                           |                   |                               |          |
|---------------------------|-------------------|-------------------------------|----------|
| Leistungspunkte: 5        | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 105 | SWS: 4.0 |
| Fakultät für Maschinenbau |                   | Fachgebiet: 2351              |          |

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |  |  |  |
|-------------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|--|--|--|
|                               | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P |  |  |  |
|                               |      |   |   | 4    | 0 | 0 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |  |  |  |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

**Fachkompetenz:** Die erfolgreichen Studierenden sind nach Abschluss des Lernprozesses in der Lage, grundlegende Mikro- und Nanostrukturierungstechniken für Gläser und Keramiken, sowie wichtige Eigenschaften von Gläsern und Keramiken für Mikro- und Nanosysteme zu erklären. Des Weiteren können sie die Unterschiede zwischen Volumen- und Oberflächeneigenschaften demonstrieren.

**Methodenkompetenz:** Die Studierenden sind fähig, spezielle Eigenschaften mikro- und nanostrukturierter Bauteile auf Basis ausgewählter Applikationsbeispiele zu bestimmen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, Gläser und Keramiken hinsichtlich ihrer Mikro- und Nanostrukturierbarkeit, sowie technische Prozesse der Mikro- und Nanotechnik zu bewerten.

**Sozialkompetenz:** Die Studierenden haben ihre Sozialkompetenz erweitert, und können in Vorträgen eingeübte Fachsprache benutzen und publikumsangepasste Kommunikation anwenden. Eine weitere Kompetenz stellt der Erwerb interdisziplinärer Kommunikationsfähigkeit zwischen verschiedenen Ausbildungsrichtungen dar.

### Vorkenntnisse

abgeschlossenes Bachelorstudium

### Inhalt

- Technische und stoffliche Voraussetzungen (Struktur-Eigenschaftsbeziehungen in Gläsern und Keramiken, Übersicht über Strukturierungstechniken, Methoden zur Beeinflussung von Eigenschaftsprofilen)
  - Substratmaterialien (Dünnglas, HTCC, LTCC: Werkstoffe, Eigenschaften und Herstellung)
  - Kieselglas für thermische und optische Anwendungen (Struktur, Herstellung über Schmelzprozess, Gasphasenabscheidung, SolGel-Technik)
    - Lithographiebasierte Strukturierungstechniken für Glas (Beschichtungen, Fotolithographie, nasschemische und Trockenätzprozesse)
      - Fotostrukturierbare Gläser (Werkstoffe, Eigenschaften, Herstellung und Prozessierung, Anwendungen)
      - Mechanische Verfahren zur geordneten Mikrostrukturierung von Glas (Schleifen, Polieren, US-Bohren, Sandstrahlen)
        - Ausgewählte Techniken der Laserbearbeitung von Glas (Wechselwirkung Material-Strahlung, Techniken zur Markierung, zum Materialabtrag)
        - Aufbau und Verbindungstechnik
        - Grundlagen und Klassifizierung von Poren und Porosität
        - Messverfahren zur Bestimmung der Porentextur (Tieftemperatur-Stickstoffsorption, Hg-Intrusion, Positronenannihilation etc.)
          - Poröse Materialien: Herstellung, Eigenschaften und Anwendungen, Fokus auf: Poröses Silica, poröse Gläser, poröse Glaskeramiken und poröse Keramiken
            - Innovative Formgebungsverfahren (3D-Druck, Replikatechnik, Schäumung, Foliengießen, etc.)
            - Vom Material zum Werkstoff und Produkt (Applikationsbeispiel: z.B. Aerogele zur Wärmedämmung, Schaumglas zur Trittschalldämmung, poröse Glaskeramiken und Keramiken als Katalysatoren)

## Literatur

- Gerlach; G., Dötzel: Grundlagen der Mikrosystemtechnik. Carl Hanser-Verlag 1997
- Menz, W.; Bley, P.: Mikrosystemtechnik für Ingenieure. VHC 1993
- Petzold, A.: Anorganisch nichtmetallische Werkstoffe. Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1986
- Scholze, H.: Glas. 3. neu bearb. Auflage, Springer-Verlag 1988
- Mitschke, F.: Glasfasern, Elsevier, 2005
- D. Hülsenberg, A. Harnisch und A. Bismarck, Microstructuring of Glasses, Springer Series in Materials Science, Springer, Berlin etc. 2008
- Su, B-L., Clément Sanchez, and Xiao-Yu Yang, eds. Hierarchically structured porous materials: from nanoscience to catalysis, separation, optics, energy, and life science. John Wiley & Sons, 2012.
- Liu, Peisheng, and Guo-Feng Chen. Porous materials: processing and applications. Elsevier, 2014.
- Shelby, James E. Introduction to glass science and technology. Royal Society of Chemistry, 2007.
  
- Skript zur Vorlesung

## Detailangaben zum Abschluss

### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle2.tu-ilmeneau.de/course/view.php?id=3163>

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Mechatronik 2021

Master Regenerative Energietechnik 2022

Master Werkstoffwissenschaft 2021

## Modul: Mikro- und Halbleitertechnologie 1

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 120 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkenn.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200544 Prüfungsnummer: 2100886

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Heiko Jacobs

|   |                   |                               |                  |       |       |       |       |       |       |       |
|---|-------------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Leistungspunkte: 5                                  | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 105 | SWS: 4.0         |       |       |       |       |       |       |       |
| Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik |                   |                               | Fachgebiet: 2142 |       |       |       |       |       |       |       |
| SWS nach Fachsemester                               | 1.FS              | 2.FS                          | 3.FS             | 4.FS  | 5.FS  | 6.FS  | 7.FS  | 8.FS  | 9.FS  | 10.FS |
|   | V S P             | V S P                         | V S P            | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P |
|   |                   | 2 2 0                         |                  |       |       |       |       |       |       |       |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können nach Abschluss der Lehrveranstaltung, bestehend aus Vorlesung und dazu gehörigen Übungen, die Grundlagen für die Einzelprozesse und den physikalisch materialwissenschaftlichen Hintergrund der Herstellung von Halbleiterbauelementen wiedergeben.

Sie sind in der Lage, integrierte Schaltkreise, Sensor- und Mikrosysteme zu beschreiben.

Nach dem Besuch der Vorlesungen sind die Studierenden in der Lage, die Prozessschritte in der Mikro- und Halbleitertechnologie zu bestimmen.

Sie sind in der Lage, die chemischen und materialwissenschaftlichen Grundlagen und deren Anwendbarkeit zu analysieren und zu bewerten.

Sie sind befähigt, evolutionäre Technikprozesse am Beispiel des Halbleitermarktes richtig einzuschätzen.

### Vorkenntnisse

Grundkenntnisse in Physik, Chemie und den Funktionsweisen von elektronischen Bauelementen und integrierten Schaltkreisen

### Inhalt

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die physikalischen, chemischen und technischen Grundlagen der Einzelprozesse, die bei der Herstellung von Sensoren, Halbleiterbauelementen, integrierten Schaltkreisen, Sensor- und Mikrosystemen Verwendung finden. Die technologischen Verfahren und Abläufe, sowie die Anlagentechnik zur Fertigung von Halbleiterbauelementen und deren Integration in Systeme werden am Beispiel der Siliziumtechnologie und Galliumarsenidtechnologie vermittelt. 1. Einführung in die Halbleitertechnologie: Die Welt der kontrollierten Defekte 2. Einkristallzucht 3. Scheibherstellung 4. Waferreinigung 5. Epitaxie 6. Dotieren: Legieren und Diffusion 7. Dotieren: Ionenimplantation, Transmutationslegierung 8. Thermische Oxidation 9. Methoden der Schichtabscheidung: Bedampfen 10. Methoden der Schichtabscheidung: CVD 11. Methoden der Schichtabscheidung: Plasma gestützte Prozesse 12. Ätzprozesse: Nasschemisches isotropes und anisotropes Ätzen 13. Ätzprozesse: Trockenchemisches isotropes und anisotropes Ätzen 14. Elemente der Prozeßintegration

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Folien, Powerpointpräsentationen, Tafel

### Literatur

1. J.D. Plummer, M.D. Deal, P.B. Griffin: Silicon Technology: Fundamentals, Practice and Modelling, Prentice Hall, 2000.
2. U. Hilleringmann: Silizium - Halbleitertechnologie, B.G. Teubner, 1999.
3. D. Widmann, H. Mader, H. Friedrich: Technology of Integrated Circuits, Springer, 2000.
4. I. Ruge, H. Mader: Halbleiter-Technologie, Springer, 1991.
5. U. Hilleringmann: Mikrosystemtechnik auf Silizium, B.G. Teubner, 1995.
6. S. Fransisla, Introduction to Microfabrication, Wiley, 2004.
7. H. Xiao: Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology, SPIE Press, 2012.
8. S.K. Ghandi: VLSI Fabrication Principles: Silicon and Gallium Arsenide, Wiley, 1994.
9. A.G. Baca, C.I.H. Ashby: Fabrication of GaAs Devices, IEE, 2005.
10. W. Prost, Technologie der III/V-Halbleiter, Springer, 1997.

Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Regenerative Energietechnik 2022  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET

## Modul: Unternehmensethik und Nachhaltigkeitsmanagement

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 25 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Sommersemester

Modulnummer: 200766 Prüfungsnummer: 2500517

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Rainer Souren

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Wirtschaftswissenschaften und Medien Fachgebiet: 2522

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |   |   |   |  |  |  |
|-------------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|---|---|---|--|--|--|
|                               | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P | V | S | P |  |  |  |
|                               |      |   |   | 3    | 1 | 0 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |   |   |   |  |  |  |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben wesentliche Inhalte verschiedener ethischer Grundhaltungen sowie Konzepte und Instrumente einer moralischen und nachhaltigen Unternehmensführung kennengelernt und können diese auf unterschiedliche betriebswirtschaftliche Fragestellungen anwenden. Sie sind in der Lage, verschiedene unternehmensethische Prinzipien (Nachhaltigkeit, CSR, Corporate Citizenship) in akteurs- und prozessorientierte Beziehungsgefüge einzuordnen und die Verantwortung der verschiedenen Akteure zu benennen. (Steigerung der Fach- und Methodenkompetenz, Lernergebnisse: Analysieren, Beurteilen). Die Veranstaltung versetzt die Studierenden zudem in die Lage, unternehmenspraktische Probleme fundiert zu diskutieren und diverse Entscheidungssituation (Fallstudien) abzuwägen (Steigerung der Sozialkompetenz, Lernergebnisse: Analysieren, Abwägen im Diskurs, Argumentieren)

### Vorkenntnisse

Keine

### Inhalt

Teil A: Moral und Nachhaltigkeit als Basis des gesellschaftlichen Lebens  
 1. Gedankenexperimente zu moralischem Handeln  
 2. Grundbegriffe und Denkrichtungen  
 3. Nachhaltigkeit als sozio-ökonomisches Leitprinzip  
 4. Institutioneller Rahmen eines moralisch-nachhaltigen Wirtschaftssystems  
 Teil B: Ausgewählte Aspekte moralisch-nachhaltiger Unternehmensführung  
 5. Normative Leitprinzipien und Basisstrategien  
 6. Managementinstrumente  
 7. Personalmanagement  
 Teil C: Moralisch-nachhaltiges Wertschöpfungsmanagement  
 8. Produkt- und Innovationsmanagement  
 9. Marketing  
 10. Produktion und Logistik  
 11. Gestaltung globaler Lieferketten

Ergänzt um zahlreiche Fallstudien.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Vorlesung: überwiegend Power-Point-Präsentationen, ergänzender Einsatz des Presenters  
 Übung: PowerPoint, ergänzend Presenter  
 Lehrmaterial: PDF-Dateien der Präsentationen im Moodle-System

### Literatur

Begleitliteratur (ergänzt um zahlreiche Beiträge zu den einzelnen Kapiteln):

- Arnold, D. G./Beauchamp, T. L./Bowie, N. E.: Ethical Theory and Business, 10. ed., New Jersey 2020.
- Bowie, N. E.: Business Ethics: A Kantian Perspective, 2. ed., Cambridge 2017.
- Crane, A./Matten, D.: Business Ethics, 4. ed., Oxford 2016.
- Crane, A./Matten, D./Spence, J.: Corporate Social Responsibility, 2. ed., New York 2014.

- Dyckhoff, H./Souren, R.: Nachhaltige Unternehmensführung, Berlin et al. 2008.
- Göbel, E.: Unternehmensethik, 4. Aufl., Stuttgart 2016.
- Sandel, M. J.: Justice, New York 2010.

Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

Kurs: Unternehmensethik und Nachhaltigkeitsmanagement Sommersemester 2023 (tu-ilmenau.de)

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022

Master Medientechnologie 2017

Master Medienwirtschaft 2021

Master Regenerative Energietechnik 2022

Master Wirtschaftsinformatik 2021

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021

## Modul: Aktive Filter und Leistungsflussregelung in elektrischen Netzen

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200564 Prüfungsnummer: 2100906

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Albrecht Gensior

|   |                   |                              |                  |
|---|-------------------|------------------------------|------------------|
| Leistungspunkte: 5                                  | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 94 | SWS: 5.0         |
| Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik |                   |                              | Fachgebiet: 2161 |

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |  |  |  |
|-------------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|--|--|--|
|                               | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P |  |  |  |
|                               |      |   |   |      |   |   | 2    | 2 | 1 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |  |  |  |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind nach der Vorlesung und dazu gehörigen Übungen in der Lage, die elektrischen Netze und Verbraucher zu analysieren und die richtigen Maßnahmen zur Verbesserung oder Absicherung der Energiequalität des Netzknotenpunktes zu ermitteln und die geeigneten Schaltungen zur Verbesserung der Eigenschaften auszuwählen. Sie können bei Verbrauchern geeignete, netzrückwirkungsarme einphasige und dreiphasige Stromversorgungen einsetzen. Sie sind fähig, bei vorhandenen elektrischen Netzen aktive Filter zu projektieren, auszulegen und in Betrieb zu setzen. Sie sind in der Lage, die Möglichkeiten zur Verbesserung der Energiequalität einzuschätzen und die geeigneten Filtertopologien auszuwählen. Sie können bei Notwendigkeit sehr große Systeme simulieren, diese analysieren, um optimale Strukturen und Parameter zu finden. Die Studierenden haben verschiedene Topologien der Stromversorgungstechnik verstanden. Sie sind in der Lage, Stromversorgungen für beliebige Anwendungen (spezifische Leistung, Ausgangsspannung, Ausgangsstrom) zu projektieren, zu dimensionieren und besitzen Grundkenntnisse für die praktische Realisierung. Sie können für den geforderten Einsatzfall die geeignetste Grundschaltung auswählen und dimensionieren. Sie sind fähig, analoge und digitale Steuerverfahren einzusetzen und zu parametrieren. Sie sind vertraut mit wichtigen Netzanschlußbedingungen, unter denen die Stromversorgung zuverlässig funktionieren soll. Sie können die Zuverlässigkeit/ Lebensdauer von Schaltnetzteilen durch die Auslegung beeinflussen.

### Vorkenntnisse

- Grundlagen der Leistungselektronik
- Grundkenntnisse zum Simulationssystem Matlab/Simulink
- Stromrichtertechnik

### Inhalt

Wird im Masterstudium angesiedelt und thematisiert den Einsatz von leistungselektronischen Stellgliedern (meist als Mittelwertmodell) zur Verbesserung der Elektroenergiequalität bzw. zur Beeinflussung des Energieflusses (vorwiegend am Bsp. von AC-Netzen). Viele Grundprinzipien lassen sich auf DC- bzw. Mischstromnetze (AC-DC) übertragen. Die Übungen erfolgen hier ebenfalls simulativ. Dafür notwendige Simulationsmodelle sind in umfangreicher Form vorhanden.

- Einleitung/Wiederholung ( Unterscheidung spannungs- und stromeinprägende nichtlineare Lasten, Notwendigkeit von seriellen und parallelen Filterstrukturen, passive und aktive Filter, Hybridfilter, Analyse des idealen 6p-Thyristorbrückennetzstromes in Raumzeiger-Koordinaten, typische Strom-OS netzgelöschter Topologien, Mit- bzw. Gegensystemkomponenten, Einfluss auf die Reglerstruktursynthese, Synthese Wechselgrößen-PI-Regler, Tiefpass- Bandpass-transformation)
  - Klassische passive Kompensationsmaßnahmen (Exkurs in die Netzberechnung, Kurzschlussleistung, R/X-Verhältnis, IFC-Bestimmung, Normen der EEQ, unverdrosselte und verdrosselte Kondensatoranlagen, Einsatz von Saugkreis-Anlagen, Auswirkungen auf die IFC)
  - Paralleles aktives Filter (Kompensation von stromeinprägenden nichtlinearen Lasten, Abhängigkeit des Kompensationsprinzips von der Dynamik (Pulsfrequenz) des Stellgliedes, breitbandige Kompensation, frequenzselektive Kompensation von Stromober-schwingungen (OS), Konzept der Parallelschaltung von selektiv abgestimmten Ober-schwingungsreglern, Bodediagramm der geschlossenen Schleife, Führungs- und Störgrößenübertragungsfunktion)
  - Serielles aktives Filter (Kompensation von spannungseinprägenden nichtlinearen Lasten, Schutz sensibler Lasten vor Spannungseinbrüchen, Analyse der Streckeneigenschaften, Reglerstruktursynthese, Vektorstrom-



mit überlagertem Vektorspannungsregler)

- Unified Power Quality Conditioner - UPQC (Topologie in RZ-Koordinaten, Kombination der beiden Regelungsprinzipien, simulative Untersuchung der Wirkungsweise)
- Parallelschaltung von VSC im AC-Inselnetz (Kennlinienverfahren, gekoppelte nichtlineare Oszillatoren, Stabilitätsbetrachtungen, Synchronisationsvorgänge, Verfahren der virtuellen Innenwiderstände zum Aufbau von DC-Netzen, Konzept Mischstromnetz)

Einsatz leistungselektronischer Betriebsmittel in verteilten Energiesystemen (Unified Power Flow Controller - UPFC, Einmaschinen-Problem, aktive Dämpfung von Leistungsschwingungen, Konzept virtuelle Massenträgheit)

#### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

- Präsentationen/ Tafelbilder
- Arbeitsblätter
- Schaltungsdemonstratoren für die praktische Arbeit
- Simulationsmodelle (SPICE)
- praktische Messungen

#### Literatur

wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

#### Detailangaben zum Abschluss

#### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=840>

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Electric Power and Control Systems Engineering 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung EET  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Regenerative Energietechnik 2022  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET

## Modul: Angewandte Thermo- und Fluidodynamik

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkenn.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200281

Prüfungsnummer: 2300736

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Christian Cierpka

|                           |                   |                               |                  |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Leistungspunkte: 5        | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 105 | SWS: 4.0         |       |       |       |       |       |       |       |
| Fakultät für Maschinenbau |                   |                               | Fachgebiet: 2346 |       |       |       |       |       |       |       |
| SWS nach                  | 1.FS              | 2.FS                          | 3.FS             | 4.FS  | 5.FS  | 6.FS  | 7.FS  | 8.FS  | 9.FS  | 10.FS |
| Fach-                     | V S P             | V S P                         | V S P            | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P |
| semester                  |                   |                               | 2 2 0            |       |       |       |       |       |       |       |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nach erfolgreichem Abschluss der Lehrveranstaltung Angewandte Thermofluidodynamik haben die Studierenden einen tieferen Einblick in zwei Spezialgebiete der Thermofluidodynamik, nämlich den Strömungen mit freier Grenzfläche (Teil 1) und den Zweiphasenströmung (Teil 2). Sie erkennen die Wichtigkeit dieser beiden Spezialgebiete für die Analyse von natürlichen und industriellen Strömungstransportprozessen. Sie verstehen die physikalische Bedeutung der neuen Begriffe und der neu auftretenden Kennzahlen. Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, in der Natur auftretende und technisch relevante Problemstellungen in diesen beiden Fachbereichen ingenieurmäßig zu analysieren und beherrschen die physikalische und mathematische Modellbildung. Sie können die problemspezifischen Kennzahlen bilden und physikalisch interpretieren. Sie verwenden die mathematische Beschreibung sicher und wählen analytische Lösungsansätze gezielt aus. Sie sind ferner in der Lage die erzielten Lösungen zu diskutieren und auf ihre Plausibilität prüfen zu können. In der Vorlesung werden zudem Fachkompetenzen im Bezug zu aktuellen Forschungsprojekte des Instituts für Thermo- und Fluidodynamik vermittelt.

In der wöchentlichen Übung lösen die Studierenden eigenständig und in der Gruppe komplexe anwendungsorientierte Aufgaben. Sie sind nach Abschluss in der Lage die erzielten Ergebnisse zu interpretieren und diese auf physikalische Plausibilität durch methodische Entwicklung von geeigneten Lösungsansätzen und Bewertung der den Lösungsansätzen zugrunde liegenden physikalischen Annahmen zu überprüfen. Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in den theoretischen und mathematischen Grundlagen und werden bei erfolgreicher Teilnahme an die Anforderungen an ein eventuelles anschließendes Promotionsstudium vorbereitet. Hierdurch entwickeln die Studierenden nicht nur Fachkompetenz, sondern auch Kompetenzen in den Feldern wissenschaftliches Arbeiten, wissenschaftliche Dokumentation und wissenschaftliche Präsentation.

### Vorkenntnisse

Strömungsmechanik höhere Ingenieursmathematik

### Inhalt

#### Inhalt

Teil 1: Blöcke 0 – 3 (Prof. Dr. Karcher)

Teil 1 untergliedert sich in vier Blöcke mit Vorlesungen (V) und zugehörigen Übungen (Ü).

Block 0: Thermodynamische Grundlagen- Hauptsätze der Thermodynamik mit Anwendungen

- Entropie und Exergie mit Anwendungen
- Gibbsche Energie und thermodynamische Potentiale mit Anwendungen

Block 1: Geothermische Anwendungen der Thermofluidodynamik

- Grundlagen der Geothermie
- Anwendung Wärmepumpenprozess
- Anwendung Auslegung von Erdwärmekollektoren
- Anwendung Stirling-Prozess

Block 2: Thermofluiddynamische Anwendungen zur Meerwasserentsalzung

- Grundlagen zum Thema Wasser
- Thermofluiddynamik von Verdunstungs- und Verdampfungsprozessen
- Beispiele zu Verdunstungs- und Verdampfungsverfahren
- Beispiele zu Membranverfahren (Umkehrosmose, Destillation, Ionenaustausch)

- Anwendung Trink- und Brauchwassergewinnung auf Passagierschiffen

#### Block 3: Thermofluidodynamik von Freien Grenzflächen

- Oberflächenspannung und Kapillarität
- Messmethoden zur Bestimmung der Oberflächenspannung
- Steighöhen in Kapillaren und Tropfen- und Blasenbildung
- Einführung in die Differenzial-Geometrie
- Anwendungen der Young-Laplace-Gleichung
- Begriff der Kapillarlänge und Kapillarzeit und Kennzahlenbildung
- Einführung in die lineare Stabilitätsanalyse dynamischer Systeme
- Begriffe der Wellenmechanik
- Elektromagnetische Kontrolle von Flüssigmetallströmungen mit freier Grenzfläche

#### Teil 2: Zweiphasenströmungen (PD. Dr. Boeck)

- Charakterisierung von Zweiphasenströmungen
- Strömungsformen und Strömungskarten von Flüssigkeits-Gas-Strömungen
- Druckverluste in ein- und zweiphasiger Rohrströmung
- Kelvin-Helmholtz-Instabilität
- Rayleigh-Taylor-Instabilität
- Blasenoszillation und Kavitationserscheinungen

#### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafelanschrift, Beamer für Farbbilder und Präsentationen, E-learning über Moodle

#### Literatur

##### Teil 1

- J. Zierep: Grundzüge der Strömungslehre, G. Braun Verlag, Karlsruhe
- L. D. Landau, E. M. Lifshitz, Course of Theoretical Physics Vol. 6: Fluid Mechanics, Butterworth-Heinemann
- P. A. Davison: An Introduction to Magnetohydrodynamics, Cambridge University Press
- D. Langbein: Capillary surfaces, Springer-Verlag, Heidelberg
- A. Frohn, N. Roth: Dynamics of droplets, Springer, Heidelberg

##### Teil 2

- C. E. Brennen: Fundamentals of Multiphase flow. Cambridge University Press (2005)
- R. Clift, J. R. Grace, M. E. Weber: Bubbles, drops and particles. Dover Publications (2005)
- L. Gary Leal: Advanced Transport Phenomena. Cambridge University Press (2012)
- Van P. Carey: Liquid-vapor phase change phenomena. CRC Press (2007)
- F. Mayinger: Strömung und Wärmeübertragung in Gas-Flüssigkeitsgemischen. Springer (1982)

#### Detailangaben zum Abschluss

#### Link zum Moodle-Kurs

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Master Maschinenbau 2017
- Master Maschinenbau 2022
- Master Mechatronik 2017
- Master Mechatronik 2022
- Master Regenerative Energietechnik 2022
- Master Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021
- Master Technische Physik 2023

## Modul: Elektrische Energiesysteme 1 - Grundlagen Energiesysteme

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 120 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200517 Prüfungsnummer: 2100853

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Dirk Westermann

|   |                   |                               |                  |           |           |           |           |           |           |           |
|---|-------------------|-------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Leistungspunkte: 5                                  | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 105 | SWS: 4.0         |           |           |           |           |           |           |           |
| Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik |                   |                               | Fachgebiet: 2164 |           |           |           |           |           |           |           |
| SWS nach<br>Fach-<br>semester                       | 1.FS              | 2.FS                          | 3.FS             | 4.FS      | 5.FS      | 6.FS      | 7.FS      | 8.FS      | 9.FS      | 10.FS     |
|   | V   S   P         | V   S   P                     | V   S   P        | V   S   P | V   S   P | V   S   P | V   S   P | V   S   P | V   S   P | V   S   P |
|   |                   |                               | 2 2 0            |           |           |           |           |           |           |           |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Nach Abschluss der Vorlesungen sind die Studierenden in der Lage, den grundlegenden Aufbau des elektrischen Energieversorgungssystems zu benennen sowie die Zerlegung in symmetrischen Komponenten zu dessen Beschreibung zu gebrauchen.

Die Studierenden sind nach dem Besuch der Vorlesung fähig, die Anwendung der Transformation auf symmetrische und pu-Größen zu demonstrieren.

Die Studierenden können nach Abschluss des Moduls den Lastfluss für Netzweige, den Fehlerstrom für Netzweige sowie die Netzsituation mit komplexen Größen im eingeschwungenen Zustand untersuchen. Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden auf dem Gebiet der elektrischen Energiesysteme zielgerichtet arbeiten.

Sie können das stationäre Betriebsverhaltens mittels Zeigergrößen berechnen und die Annuitäten und Barwertmethode zur Bewertung von Netzausbaumaßnahmen anwenden.

Nach der Lehrveranstaltung haben die Studierenden ihre in der Vorlesung erworbenen Kenntnisse anhand praxisnaher Beispiele gefestigt und können sich mit Fachvertretern über technische Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau austauschen.

Die Studierenden sind in der Lage, eine einfache Forschungsfrage zu beantworten und die Ergebnisse im Rahmen einer Präsentation einem Fachpublikum vorzustellen.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Elektrotechnik

Elektrische Energietechnik

Rechnen mit komplexen Zahlen

### Inhalt

#### 1 Struktur der elektrischen Energieversorgung

- Elektrische Energie
- Elektrische Energieversorgung in Deutschland/ Europa
- AC versus DC
- Spannungsebenen
- Erzeugungsmix
- Netzentgelte

#### 2 Grundbegriffe und Methoden

- Netzstruktur und -planung
- Knoten-Zweig-Darstellung
- Netzformen
- Grundprinzipien der Netzplanung
- Grundbegriffe Energiewirtschaft
- Zählpeile und Zählpeilsysteme im Drehstromsystem
- Phasordarstellung

- Leistungsberechnung
- Bezogene Größen
- Komponentenerlegung und Leistungsberechnung
- Symmetrische Komponenten
- Einphasiges Ersatzschaltbild

### 3 Betriebsmittelmodelle

#### 3.1 Leitung

- Technologie Freileitung, Kabel, Gasisolierte Leitungen
- NOVA Prinzip beim Netzausbau
- Freileitungsmonitoring
- Wirtschaftliche Stromdichte / Querschnittsauslegung
- Lösung der Wellengleichung zur Herleitung einphasiges Ersatzschaltbild
- Parametrierung des Ersatzschaltbilds
- Betriebsverhalten der Leitung am Zeigerdiagramm
- Natürliche Leistung, Ladeleistung, natürlicher Betrieb

#### 3.2 Transformator

- Aufbau und Funktionsweise Drehstromtransformator
- Schaltgruppen
- Leistungstransformator vs. Zusatztransformator
- Stufenschalter
- Typische Ausführungsformen Transformatoren
- Pi-Ersatzschaltbild / T-Ersatzschaltbild - Bezogene Ersatzschaltbilder
- Kurzschlussversuch / Leerlaufversuch
- Betriebsverhalten des Transformators am Zeigerdiagramm
- Parallelbetrieb von Transformatoren
- Transformator im Netzverbund - Ersatzschaltbild über mehrere Spannungsebenen
- Transformator als Netzregler: Quer- und Längsregelung
- Nullsystem des Transformators

#### 3.3 Synchrongenerator

- Ausführungsformen, Technologie und Funktionsweise
- Erregersystem
- Einphasiges Ersatzschaltbild
- Transformation auf Gegen- und Nullsystem
- Betriebsverhalten am Zeigerdiagramm
- PQ-Diagramm (Leistungsdiagramm)
- Leistungs-Frequenzverhalten für statische Winkelstabilität

### 4 Berechnung einfacher Netzkonfigurationen

#### 4.1 Lastfluss im Netzstrang

- Zielsetzung der Leistungsflussberechnung
- Übersicht Verfahren
- Typische Vereinfachungen
- Einfache Berechnung eines Netzstrangs für unterschiedliche Lastmodelle
- Ableitung Betriebsverhalten für den Zusammenhang von Wirkleistung, Blindleistung, Spannung und Spannungswinkel

#### 4.2 Symmetrische Fehler

- Einordnung Zeitbereich der Berechnung
- Zielsetzung der Fehlerstromberechnung - Warum macht man das?
- Unterteilung in subtransiente, transiente und stationären Fehlerzeitbereich
- Fehlerstromberechnung bei einseitig gespeisten Fehlern
- Fehlerstromberechnung bei zweiseitig gespeisten Fehlern anhand des Überlagungssatzes bzw. Satz von

#### Thevenin

- Definition Kurzschlussleistung

#### 4.3 Unsymmetrische Fehler

- Fehlerarten
- Behandlung der Unsymmetrie mittels symmetrischer Komponenten
- Modellierung der Fehlerstelle
- Sternpunktbehandlung in Drehstromnetzen und deren Wirkung auf die Fehlerströme bzw. Spannungen in den drei Leitern bei unterschiedlichen Fehlerarten

- Beispiele für die Vereinfachung von Ersatzschaltbildern (händische Berechnung) für unterschiedliche Fehlerarten und Sternpunktbehandlungen

#### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Powerpoint, Tafelbild, Folienumdrucke, Textskript, Webex, Moodle

#### Literatur

##### Fachbücher

- Crastan, V.: "Elektrische Energieversorgung Bd.1", 4. Aufl., Springer, Berlin, 2012
- Schwab, A.: "Elektroenergiesysteme", Springer, 3. Aufl., Springer, Berlin, 2012
- Oeding, D.; Oswald, B.: "Elektrische Kraftwerke und Netze", 8. Aufl., Springer, Berlin, 2016
- Heuck, K.; Dettman, K.: "Elektrische Energieversorgung", 8. Aufl., Vieweg Verlag, Wiesbaden, 2010
- (Oswald, B.: "Berechnung von Drehstromnetzen, 2. Aufl., Springer Verlag, Berlin, 2013)
- (Kundur, P.: "Power System Stability and Control", McGraw-Hill, New York, Toronto, 1994)

##### Internet

- Youtube Sammlung zum Thema Netzausbau: <https://www.youtube.com/user/Netzausbau>
- Dachverband Netzbetreiber Europa: <https://www.entsoe.eu/>
- Deutsche TSO: <http://www.50hertz.com/de/>, <http://www.amprion.net>, <https://www.transnetbw.de/de>, <http://www.tennet.eu/de/>
- Netzbelastung Regelzone 50Hertz: <http://www.50hertz.com/Netzlast/Karte/index.html>
- Infodatenbank Energieeinsatz: <https://www.energy-charts.de>
- Bsp. Hersteller Energietechnikprodukte für Transportnetze: [www.siemens.de](http://www.siemens.de), <http://www.abb.com/de>, <http://www.ge.com/de/>
- Energiewirtschaftsgesetz: [http://www.gesetze-im-internet.de/enwg\\_2005/index.html](http://www.gesetze-im-internet.de/enwg_2005/index.html)
- Erneuerbare Energien Gesetz: [http://www.gesetze-im-internet.de/eeg\\_2014/index.html](http://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/index.html)

#### Detailangaben zum Abschluss

schriftliche Prüfung, 120 Minuten (100% der Modulnote)

#### Link zum Moodle-Kurs

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Bachelor Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
 Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021  
 Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
 Master Electric Power and Control Systems Engineering 2021  
 Master Regenerative Energietechnik 2022  
 Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET

## Modul: Elektrochemische Phasengrenzen

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200590

Prüfungsnummer: 210495

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Andreas Bund

|   |                   |                               |                  |       |       |       |       |       |       |       |
|---|-------------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Leistungspunkte: 5                                  | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 105 | SWS: 4.0         |       |       |       |       |       |       |       |
| Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik |                   |                               | Fachgebiet: 2175 |       |       |       |       |       |       |       |
| SWS nach  | 1.FS              | 2.FS                          | 3.FS             | 4.FS  | 5.FS  | 6.FS  | 7.FS  | 8.FS  | 9.FS  | 10.FS |
| Fach-   | V S P             | V S P                         | V S P            | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P |
| semester  |                   |                               | 2 1 1            |       |       |       |       |       |       |       |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen nach Vorlesung und Übung die wichtigsten Theorien zur Struktur elektrochemischer Phasengrenzen (z.B. Helmholtz, Gouy-Chapman-Stern). Sie können die Gleichgewichtspotenziale von Elektroden berechnen und dieses Wissen auf technische Prozesse (Batterien, Brennstoffzellen, Korrosion) anwenden.

Die Studierenden besitzen nach dem Praktikum Grundfertigkeiten beim Umgang mit elektrochemischen Systemen. Sie sind in der Lage, Experimente an solchen Systemen durchzuführen, indem sie die in der Vorlesung erworbenen Kenntnisse praktisch erproben. Weiterhin können sie die gemessenen Daten grafisch darstellen, auswerten und diskutieren.

### Vorkenntnisse

Grundlegende Kenntnisse in Chemie und Physik

### Inhalt

Es werden die Grundlagen der elektrochemischen Thermodynamik behandelt. Die Nernstgleichung wird aus thermodynamischen Prinzipien hergeleitet. Die wichtigsten Theorien der elektrochemischen Doppelschicht werden diskutiert. Der Bezug zu Anwendungen (z.B. Kolloidstabilität) wird aufgezeigt.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafelanschrieb

Projektor

Moodle-Kurs: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=3791>

### Literatur

- A.J. Bard, L.R. Faulkner: Electrochemical methods. Fundamentals and applications. 2nd ed., Wiley, 2001
- C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich: Electrochemistry, Wiley-VCH, 1998
- J. Newman, K.E. Thomas-Alyea: Electrochemical systems. 3rd ed., Wiley, 2004

### Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Elektrochemische Phasengrenzen mit der Prüfungsnummer 210495 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- schriftliche Prüfungsleistung über 90 Minuten mit einer Wichtung von 70% (Prüfungsnummer: 2100932)
- Studienleistung mit einer Wichtung von 30% (Prüfungsnummer: 2100933)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

Durchführung von Praktikumsversuchen während der Vorlesungszeit sowie Erstellung eines Berichts zu jedem Praktikumsversuch.

Die einzelnen Praktikumsversuche müssen mit mindestens "ausreichend" (4,0) bestanden sein.

Teilleistung 2 wird nur im Wintersemester angeboten.

### Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Elektrochemie und Galvanotechnik 2021  
Master Regenerative Energietechnik 2022  
Master Werkstoffwissenschaft 2021



## Modul: Energieeinsatzoptimierung multimodaler Energieversorgungssysteme

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200572 Prüfungsnummer: 2100914

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Peter Bretschneider

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2167

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |   |   |   |
|-------------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|---|---|---|
|                               | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P | V | S | P |
|                               |      |   |   |      |   |   | 2    | 2 | 0 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |   |   |   |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden haben Kenntnisse in:

- Sektorengekoppelte (cross-sektorale) Energiesysteme
- Entscheidungshilfesysteme (Assistenzsysteme) für die optimale Prozessführung
  - Aufgaben von Entscheidungshilfesystemen
  - Entscheidungskonzepte
  - Entwurfsgrundlagen
  - Wissenstypen und Wissensermittlung
  - Einordnung von Experten-, Beratungs- und Entscheidungshilfesystem
  - Planungsebenen in der Energiewirtschaft
- Entscheidungstheorie
  - Grundmodelle
  - Entscheidungssituationen (Sicherheit, Risiko, Unsicherheit und Spielsituation)
- Automatische Klassifikation
  - Merkmale, Objekte und Klassen
  - Klassifikatortypen: Deterministische Klassifikatoren, Fuzzy-Klassifikatoren, Neuronale Netz-Klassifikatoren, Bayes Klassifikatoren, Abstandsklassifikatoren
- Klassifikatorentwurf
- Fuzzy Systeme
  - Grundlagen der Fuzzy-Theorie
  - Konzepte von Zugehörigkeitsfunktionen
  - Fuzzifizierung, Fuzzy-Regel-Verarbeitung und Defuzzifizierung
  - Modellbildung mit Fuzzy-Systemen
- Neuronale Netze
  - Grundlagen künstlicher neuronaler Netze
  - Lernverfahren Back Propagation Verfahren
  - Modellbildung mit Neuronalen Netzen (Statik, Dynamik)
- Methoden zur Energiezeitreihenprognose
  - Prozess-, System- und Signalmodell
  - Vorgehensweise der experimentellen Modellbildung
  - Grundansatz für die Modellbildung
  - Ausgewählte Ansätze zur Zeitreihenprognose

- Methoden zur Energieeinsatzoptimierung:
  - Optimierungsverfahren und Anwendungsgebiete
  - Identifikation der Problemstellung, Festlegung des Bilanzraumes und Modellierung der energiewirtschaftlichen Problemstellung
  - Szenarien- und Variantenrechnung
- Multiagentensysteme für die dezentrale, verteilte optimale Entscheidungsfindung
  - Grundlagen, Begrifflichkeiten
  - Anwendungsgebiete
  - Ziele und Interaktion von Agenten
  - Lernverfahren

#### Erwerb von Kompetenzen

- Nach der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die Sektorenkopplung und somit cross-sektorale Energiesysteme zu erklären sowie die Vor- und Nachteile und die damit verbundenen Herausforderungen abzuleiten.
  - Die Studierenden sind nach der Vorlesung befähigt, zwischen den markt- und netzseitigen Aufgaben und Anforderungen für die optimale Betriebsführung cross-sektoraler Energiesysteme zu unterscheiden.
  - Die Studierenden sind nach dem Besuch der Vorlesung in der Lage, die Einsatzmöglichkeiten von Entscheidungshilfesystemen (Assistenzsysteme) für die Problemstellungen der Energieeinsatzoptimierung zu erläutern.
  - Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls mit verschiedenen Ansätzen und Methoden der Entscheidungstheorie, der automatischen Klassifikation, der Fuzzy-Systeme und der künstlichen Neuronalen Netze vertraut.
    - Ferner sind die Studierenden am Ende der Veranstaltung befähigt, energiewirtschaftliche Problemstellungen mit den Methoden der Energieeinsatzoptimierung oder der Multi-Agenten-Systeme zu lösen.
  - Nach dem Besuch eines rechnergestützten Seminars können die Studierenden die Eigenschaften relevanter Optimierungsmodelle beurteilen.
  - Die Studierenden beurteilen die Methoden zur Energieeinsatzoptimierung und sind fähig, Optimierungsmodelle zu erstellen und korrekt zu lösen.
  - Nach Abschluss des Modules können die Studierenden in Beziehungen zu ihren Mitmenschen der Situation angemessen zu handeln.

#### Vorkenntnisse

Wünschenswerte Vorkenntnisse:

- Grundlagen elektrischer Energieversorgungssysteme
- Grundlagen der Prozess- und Datenanalyse
- Physikalische Grundlagen im Bereich thermischer Prozesse
- Mathematische Grundlagen im Bereich der Optimierung

#### Inhalt

Energieeinsatzoptimierung für multimodale Energiesysteme: Versorgungsmedien- und sektorenübergreifende Energiesysteme, Zeitreihenanalyse- und -prognose: Mathematische Methoden zur Analyse und Identifikation von linearen und nichtlinearen Energiezeitreihen (Bedarf, und Erzeugung), Erstellung geeigneter Prognosemodelle und Methoden zur Bewertung der Prognosegüte; Verfahren zur Energieeinsatzoptimierung: Linear, gemischt ganzzahlig und nichtlinear; Vorgehensweise zur Modellierung und Erstellung von mathematischen Optimierungsaufgaben; Übungen zur Energieprognose und zur Energieeinsatzoptimierung

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Präsenz- oder Online-Veranstaltung möglich

- Präsenzveranstaltung: Präsentation mit Beamer, Tafelbilder, Aushändigung der entsprechenden Skripte
- Online-Veranstaltung: Präsentation per Web-Konferenz

#### Literatur

- Bazaraa, Sherali, Shetty: "Nonlinear Programming: Theory and Algorithms", 3. Auflage, John Wiley & Sons,

Inc., 2014,

- Bomze, I. M., Grossmann, W.: "Optimierung - Theorie und Algorithmen - Eine Einführung in Operation Research für Wirtschaftsinformatiker", Wissenschaftsverlag Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich 1993, ISBN 3-411-15091-2
- Bonnans, J.-F., Gilbert, J.C., Lemarechal, C., Sagastizábal, C.A.: "Numerical Optimization", Springer, ISBN 978-3-540-35447-5
- K.H. Borgwardt, "Optimierung, Operation Research, Spieltheorie: Mathematische Grundlagen", Birkenhäuser, 2001
- S. I. N. Bronstein, K.A. Semendjajew, G. Grosche, V. Ziegler, D. Ziegler: "Teubner-Taschenbuch der Mathematik", Teuber Stuttgart, Leipzig 1996
- M. Kaltschmidt, W. Streicher, A. Wiese: "Erneuerbare Energien - Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, 4. Auflage, Springer-Verlag Heidelberg, 1993, 1997, 2003, 2006, ISBN-10 3-540-28204-1
- Siegfried Heiler, Paul Michels: "Deskriptive und Explorative Datenanalyse", R. Oldenbourg Verlag GmbH, 1994, ISBN 978-3-486-22786-4
- J. Karl: "Dezentrale Energiesysteme - Neue Technologien im liberalisierten Energiemarkt", De Gruyter Oldenbourg, 2012, 2. Auflage, ISBN 978-3486577228
- Koch, M., Kuhn Th., Wernstedt, J.: "Fuzzy Control"; Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, München 19896
- Lothar Sachs: "Angewandte Statistik - Anwendung statistischer Methoden", 9. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1999, ISBN 978-3-662-05750-6
- Benjamin Schleinzer: "Flexible und hierarchische Multiagentensysteme", VDM Verlag, 2008, ISBN 9783639025736
- R. Schlittgen, B. Streitberg: "Zeitreihenanalyse", R. Oldenbourg Verlag GmbH, 9. Auflage, München, 2001, ISBN: 978-3486257250
- Rainer Schlittgen: "Multivariate Statistik", Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH, 2009, ISBN 978-3486585957
- Alireza Soroudi: "Power System Optimazation Modeling in GAMS", Springer 2017, ISBN 978-3-319-62349-8
- Winfried Stier: "Methoden der Zeitreihenanalyse", Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 2001, ISBN 3-540-41700-1
- Wernstedt, Jürgen: "Experimentelle Prozessanalyse"; Verlag Technik, Berlin 1989
- Zell: "Simulation neuronaler Netze", 4. unveränderter Nachdruck, Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH München, 2003, ISBN 3-486-24350-0

Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017  
Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Electric Power and Control Systems Engineering 2021  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung EET  
Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021  
Master Mathematik und Wirtschaftsmathematik 2022  
Master Regenerative Energietechnik 2016  
Master Regenerative Energietechnik 2022  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET

## Modul: Energiephysik

Modulabschluss: Studienleistung alternativ Art der Notengebung: Testat / Generierte

Sprache: Deutsch

Pflichtkenn.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 201153

Prüfungsnummer: 2400879

Modulverantwortlich: Dr. Wichard Beenken

|   |                  |                              |                  |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|------------------|------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Leistungspunkte: 2                              | Workload (h): 60 | Anteil Selbststudium (h): 38 | SWS: 2.0         |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften |                  |                              | Fachgebiet: 2421 |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| SWS nach  | 1.FS             | 2.FS                         | 3.FS             | 4.FS | 5.FS | 6.FS | 7.FS | 8.FS | 9.FS | 10.FS |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Fach-   | V                | S                            | P                | V    | S    | P    | V    | S    | P    | V     | S | P | V | S | P | V | S | P | V | S | P |
| semester  |                  |                              |                  |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden sind fähig fachkompetent am öffentlichen Diskurs zu Themen der konventionellen und regenerativen Energieerzeugung teilzunehmen. Sie können damit einen wissenschaftlich fundierten Beitrag für den gesellschaftlichen Diskurs zum Thema der regenerativen Energietechnik aus Sicht eines Physikers bzw. Ingenieurs leisten.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Mechanik, Elektrodynamik und Thermodynamik

### Inhalt

Fossile Energien und Wärmekraftmaschinen  
 Wärmemanagement und -speicherung  
 Kernenergie: Kernspaltung und -fusion  
 Methanwirtschaft und Biomasse  
 Geothermie, Wasserkraft und Windenergie  
 Elektrochemische Speicher und Brennstoffzellen

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel, Beamer

### Literatur

wird in erster Kursstunde bekanntgegeben

### Detailangaben zum Abschluss

Präsenznachweis

Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Regenerative Energietechnik 2022

## Modul: Funktionswerkstoffe

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Deutsch/Englisch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200602 Prüfungsnummer: 2100952

Modulverantwortlich: Prof. Hongye Sun

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2173

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |   |   |   |
|-------------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|---|---|---|
|                               | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P | V | S | P |
|                               |      |   |   |      |   |   | 2    | 2 | 0 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |   |   |   |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können verschiedene Funktionswerkstoffe beschreiben und ihre funktionalen Eigenschaften aufzählen und gegenüberstellen.  
 Die Studierenden sind in der Lage, mechanische und funktionale Eigenschaften der Werkstoffe aus ihren mikroskopischen und submikroskopischen Aufbauprinzipien zu erklären und Eigenschaftsänderungen gezielt zu analysieren, zu bewerten und für neue Anwendungen zu synthetisieren.  
 Sie können Funktionswerkstoffe zu gegebenen Anforderungsprofilen auswählen und dies begründen.  
 Nach dem Seminar können die Studierenden das Erlernte eigenständig vertiefen, Themen aufbereiten und einer Gruppe vorstellen, sowie die werkstoffwissenschaftlichen Fragestellungen in der Gruppe diskutieren.  
 Nach dem Seminar verfügen sie über anwendungsbereites innerdisziplinäres Wissen und können dieses auch fachübergreifend einsetzen.  
 Nach dem Seminar können Sie Ihre Konzepte vorstellen und diese mit Kommilitonen diskutieren und analysieren.  
 Nach intensiven Diskussionen und Gruppenarbeit während der Übungen können die Studenten Leistungen ihrer Kommilitonen richtig einschätzen und würdigen. Sie berücksichtigen Kritik, beherzigen Anmerkungen und nehmen Hinweise an.

Students will be able to describe various functional materials and list and compare their functional properties. The students are able to explain mechanical and functional properties of materials from their microscopic and submicroscopic structure principles and to specifically analyze and evaluate property changes and synthesize them for new applications.  
 They are able to select functional materials for given requirement profiles and to justify this.  
 After the seminar, students will be able to deepen what they have learned independently, prepare topics and present them to a group, and discuss the materials science issues in the group.  
 After the seminar, they will have application-ready intradisciplinary knowledge and will be able to use this knowledge across disciplines.  
 After the seminar, you will be able to present your concepts and discuss and analyze them with fellow students.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Werkstoffwissenschaft, Physik- und Chemiekennnisse.  
 Basics of Material Science, Physics and Chemistry.

### Inhalt

Dozenten: Dr. Thomas Kups, PD Dr. Dong Wang, Peter Schaaf  
 Fachkompetenzen:  
 - Werkstoffe der elektrischen Energietechnik (z.B. für Kabel, Kontaktwerkstoffe)  
 - Werkstoffe der Wärmetechnik (Isolation, Entwärmung, Speicherung und Transport)  
 - Supraleiter  
 - Thermoelektrische Werkstoffe  
 - elektromechanische Werkstoffe, Piezo-Werkstoffe  
 - Werkstoffe der Leistungselektronik  
 - Optoelektronische Werkstoffe, LED, Laser  
 - Werkstoffe der Sensorik

Methodenkompetenz  
 Diskussion von Aufgaben und Problemstellungen in der Gruppe und Vorstellung/Ausarbeitung von Lösungen.

#### Selbstkompetenz

Einschätzen der eigenen Fähigkeiten und des eigenen Kenntnisstandes im Bereich der Werkstoffe.

#### Sozialkompetenz

Fähigkeit zur Diskussion und Lösung von Fragestellungen in der Gruppe. Einschätzen von Lösungsstrategien und Problemen.

#### Technical competencies:

- Materials of electrical power engineering (e.g. for cables, contact materials).
- Thermal engineering materials (insulation, heat dissipation, storage and transport)
- Superconductors
- Thermoelectric materials
- Electromechanical materials, piezo materials
- Materials of power electronics
- Optoelectronic materials, LED, laser
- Sensor materials

#### Methodological competence

Discussion of tasks and problems in the group and presentation/elaboration of solutions.

#### Self-competence

Assessing one's own abilities and level of knowledge in the field of materials.

#### Social competence

Ability to discuss and solve problems in the group. Assessing solution strategies and problems.

moodle: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=1623>

#### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Powerpoint, Animationen, Videos, Computer, Übungen, Vorträge, Skript.

Moodle Kurs - <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=1623>

#### Literatur

Studienliteratur – kurze Auswahl, nicht vollständig

1. Nitzsche, K.; Ullrich, H,-J.; Bauch, J.: Funktionswerkstoffe der Elektrotechnik und Elektronik; Dt. Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig
2. Bäker, Martin; Funktionswerkstoffe, SpringerVieweg
3. Shackelford, J. F.: Werkstofftechnologie für Ingenieure; Pearson, München
4. Schatt, W.; Worch, H.: Werkstoffwissenschaft; Wiley-VCH, Weinheim
5. Hornbogen, E.; Eggeler; Werner: Werkstoffe; Springer, Berlin
6. Askeland, D. R.: Materialwissenschaften; Spektrum, Heidelberg
7. Callister, W. D.: Materials Science and Engineering; Wiley, New York
8. Ashby, M. F.; Jones, D.R. H.: Werkstoffe 1 + 2; Elsevier Spektrum, München
9. Fischer/Hofmann/Spindler: Werkstoffe in der Elektrotechnik, Hanser.
10. Ivers-Tiffée, E.; von Münch, W.: Werkstoffe der Elektrotechnik; Hanser
11. Buckel, W.; Kleiner, R.: Supraleitung; Wiley-VCH
12. Josten, K.; Wutz - Handbuch Vakuumtechnik; Springer
13. Schiffner, G.: Optische Nachrichtentechnik; Teubner
14. weiter Infos und Fachliteratur in moodle: <https://moodle2.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=1623>

#### Detailangaben zum Abschluss

#### Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

- Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017
- Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021
- Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021
- Master Micro- and Nanotechnologies 2016
- Master Micro- and Nanotechnologies 2021
- Master Regenerative Energietechnik 2022
- Master Werkstoffwissenschaft 2021
- Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET

## Modul: Ladungs- und Energietransportsprozesse

Modulabschluss: Studienleistung mündlich Art der Notengebung: Testat / Generierte

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 101799

Prüfungsnummer: 2400659

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Erich Runge

|   |                  |                              |                  |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|------------------|------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Leistungspunkte: 3                              | Workload (h): 90 | Anteil Selbststudium (h): 68 | SWS: 2.0         |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften |                  |                              | Fachgebiet: 2421 |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| SWS nach  | 1.FS             | 2.FS                         | 3.FS             | 4.FS | 5.FS | 6.FS | 7.FS | 8.FS | 9.FS | 10.FS |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Fach-   | V                | S                            | P                | V    | S    | P    | V    | S    | P    | V     | S | P | V | S | P | V | S | P | V | S | P | V | S | P | V | S | P |
| semester  |                  |                              |                  |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   |                  |                              |                  | 2    | 0    | 0    |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden verstehen ausgehend von einem Grundverständnis konventioneller Transport-Theorie die Besonderheit des Ladungs- und Energietransports in verschiedenen Systemen der Regenerativen Energietechnik. Sie könne diese in ihrer Arbeit berücksichtigen.

### Vorkenntnisse

Es sind keine über einschlägigen Bachelor hinausgehende Vorkenntnisse notwendig.

### Inhalt

Einführung in die Transporttheorie, speziell: Drude-Leitfähigkeit, Relaxationsmechanismen, Boltzmann-Gleichung und Poisson-Boltzmann-Gleichung

Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form vorwiegend Tafel, auch Beamer-Präsentationen und Handouts

### Literatur

Skript, Textbücher wie: Einführung in die Transporttheorie, Josef Jäckle, Springer Verlag

### Detailangaben zum Abschluss

mündliche Scheinprüfung, 30 Minuten

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Regenerative Energietechnik 2016

Master Regenerative Energietechnik 2022

## Modul: Microfluidics

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Englisch

Pflichtkennz.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200282

Prüfungsnummer: 230504

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Christian Cierpka

|                           |                   |                               |                  |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Leistungspunkte: 5        | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 105 | SWS: 4.0         |       |       |       |       |       |       |       |
| Fakultät für Maschinenbau |                   |                               | Fachgebiet: 2346 |       |       |       |       |       |       |       |
| SWS nach                  | 1.FS              | 2.FS                          | 3.FS             | 4.FS  | 5.FS  | 6.FS  | 7.FS  | 8.FS  | 9.FS  | 10.FS |
| Fach-                     | V S P             | V S P                         | V S P            | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P |
| semester                  |                   |                               | 2 1 1            |       |       |       |       |       |       |       |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden werden nach erfolgreichem Abschluss in der Lage sein komplexe Strömungsvorgänge in Natur und Technik auf kleinen Skalen, die im Rahmen der Strömungsmechanik und Aerodynamikvorlesungen nicht abgebildet werden können, beschreiben zu können. Sie kennen unterschiedliche Anwendung mikrofluidischer Systeme in der Biologie und Medizin, Mehrphasenströmungen und Strömungen mit Wärme- und Stofftransport in der Verfahrenstechnik. Sie verstehen die Unterschiede zwischen mikroskopischer und makroskopischer Fluidodynamik und kennen die zugrunde liegenden Phänomene. Sie können diese analysieren und deren gezielte Nutzung für verschiedene Anwendungen ableiten. Zudem kennen sie moderne laseroptische Messtechniken zur Strömungscharakterisierung durch das Praktikum und sind in der Lage deren Besonderheiten zu diskutieren. Nach der erfolgreichen abgeschlossenen Übung zur Vorlesung können sie einfache Berechnungen ausführen und kleine Experimente zur Strömungscharakterisierung selber durchführen. Sie sind zudem in der Lage mikrofluidische Netzwerke, Diffusionsprozesse und elektroosmotische Strömungen zu berechnen.

After successful completion, the students will be able to describe and characterize complex flows in nature and technology on small scales.

They know different applications of microfluidics in biology and medical engineering, in multi-phase flows and flows with heat and mass transfer in process engineering. They understand the differences between microscopic and macroscopic fluid dynamics and know about the underlying phenomena. They are able to analyse these flows and derive targeted use for various applications. They also know modern laser-optical measurement techniques for flow characterization via the practical exercise in the lab and are able to understand its special features. After successfully completing the exercise, they can carry out simple calculations and small experiments to characterize flows. They are also capable of creating microfluidic networks, to estimate diffusion processes and electroosmotic flows.

### Vorkenntnisse

Grundlagenwissen in Mathematik, Physik und Strömungsmechanik  
Basic knowledge of mathematics, physics and fluid mechanics

### Inhalt

Hydrodynamik und Skalierung  
Dimensionslose Gruppen, Kontinuumskonzept  
Diffusion und Vermischung  
Oberflächenspannung und Kapillarität  
Elektrohydrodynamik  
Komponenten und Herstellungsprozesse  
Optische Strömungscharakterisierung  
Hydrodynamics and scaling  
Dimensionless groups, continuum concept  
Diffusion and mixing  
Surface tension and capillarity  
Electrohydrodynamics  
Components and manufacturing processes  
Optical flow characterization

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Blackboard, Powerpoint, videos, additional material on Moodle

### Literatur



Introduction to Microfluidics, Patrick Tabeling, Oxford University Press, 2011  
Theoretical Microfluidics, Henrik Bruus, Oxford University Press, 2007  
Mikrofluidik, Nam-Trung Nguyen, Teubner, 2004  
Fundamentals and Applications of  
Microfluidics, Nam-Trung Nguyen, Steven T. Wereley, Artech House, 2006

#### Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Mikrofluidik mit der Prüfungsnummer 230504 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- schriftliche Prüfungsleistung über 90 Minuten mit einer Wichtung von 100% (Prüfungsnummer: 2300737)
- Studienleistung mit einer Wichtung von 0% (Prüfungsnummer: 2300738)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

Teilnahme an Praktika gemäß Testatkarte in der Vorlesungszeit

The module Microfluidics with the examination number 230504 completes with the following examination parts:

- written examination (90 minutes) with a weighting of 100% (examination number: 2300737)
- achievement with a weighting of 0% (examination number: 2300738)

Detail of examination part 2:

pass for the laboratory component

#### Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=508>

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Maschinenbau 2017  
Master Maschinenbau 2022  
Master Mechatronik 2017  
Master Mechatronik 2022  
Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017  
Master Regenerative Energietechnik 2022

## Modul: Techniken der Oberflächenphysik

Modulabschluss: Studienleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Testat / Generierte  
 Sprache: Deutsch/Englisch Pflichtkenn.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200724

Prüfungsnummer: 2400843

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Yong Lei

|   |                  |                              |                  |       |       |       |       |       |       |       |
|---|------------------|------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Leistungspunkte: 3                              | Workload (h): 90 | Anteil Selbststudium (h): 56 | SWS: 3.0         |       |       |       |       |       |       |       |
| Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften |                  |                              | Fachgebiet: 2435 |       |       |       |       |       |       |       |
| SWS nach  | 1.FS             | 2.FS                         | 3.FS             | 4.FS  | 5.FS  | 6.FS  | 7.FS  | 8.FS  | 9.FS  | 10.FS |
| Fach-   | V S P            | V S P                        | V S P            | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P |
| semester  |                  |                              | 2 1 0            |       |       |       |       |       |       |       |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Mit dem Studium der Vorlesung "Techniken der Oberflächenphysik", haben die Studierenden ein fundiertes und reichhaltiges Wissen über Varianten moderner Oberflächencharakterisierungstechniken, einschließlich der Grundlagen unterschiedlicher Oberflächencharakterisierungstechniken, der verfügbaren physikalischen und chemischen Oberflächeninformationen mit unterschiedlichen Oberflächencharakterisierungstechniken sowie der Vor- und Nachteile unterschiedlicher Oberflächencharakterisierungstechniken. Auf dieser Basis sind die Studierenden in Zukunft in der Lage, diese Oberflächencharakterisierungstechniken in unterschiedlichen Bereichen, sowohl in der wissenschaftlichen Forschung als auch in der industriellen Anwendung, flexibel anzuwenden und/oder zu kombinieren. Neben Vorlesung und Übung konnte eine gezielte Labortour den Studierenden die Möglichkeit bieten, verschiedene Oberflächencharakterisierungsgeräte genauer unter die Lupe zu nehmen und so einen Einblick in moderne Oberflächencharakterisierungstechniken zu erhalten.

### Vorkenntnisse

Festkörperphysik I ist empfehlenswert

### Inhalt

Die Vorlesung stellt moderne Techniken der Oberflächenphysik vor. Schwerpunkte bilden die Strukturbestimmung von Oberflächen, die Analyse ihrer elektronischen und magnetischen Eigenschaften, die Spektroskopie von Substratphononen und Adsorbatschwingungen sowie die Beobachtung schneller Prozesse auf der Femtosekundenzeitskala. Ein tieferer Einblick in Konzepte der Oberflächenphysik wird in der Vorlesung Oberflächenphysik (Wahlmodul) vermittelt.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel, Computer-Präsentation

### Literatur

- H. Ibach, Physics of Surfaces and Interfaces (Springer, 2006)
- M. Prutton, Introduction to Surface Physics (Oxford, 2002)
- A. Zangwill, Physics at surfaces (Cambridge University Press, 1998)
- H. Lüth, Surfaces and interfaces of solid materials (Springer, 1995)
- M. Henzler, W. Göpel, Oberflächenphysik des Festkörpers (Teubner, 1994)
- G. Ertl, J. Küppers, Low energy electrons and surface chemistry (Verlag Chemie, 1974)
- D.J. O'Connor et al., Surface analysis methods in materials science (Springer, 2003)
- K. Oura et al., Surface science (Springer, 2003)
- H. Kuzmany, Solid-State Spectroscopy (Springer, 1998)
- D.P. Woodruff, T.A. Delchar, Modern techniques of surface science (Cambridge University Press, 1994)
- A. Groß, Theoretical Surface Science (Springer, 2009)
- F. Bechstedt, Principles of Surfaces Physics (Springer, 2003)
- M.C. Desjonqueres, D. Spanjaard, Concepts in surface physics (Springer, 1996)
- S.G. Davison, M. Steslicka, Basic Theory of Surface States (Clarendon, 1996)

### Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Regenerative Energietechnik 2022

## Modul: Technische Thermodynamik 1

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkenn.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200277

Prüfungsnummer: 2300731

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Christian Cierpka

|                           |                   |                               |                  |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Leistungspunkte: 5        | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 105 | SWS: 4.0         |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Fakultät für Maschinenbau |                   |                               | Fachgebiet: 2346 |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| SWS nach                  | 1.FS              | 2.FS                          | 3.FS             | 4.FS | 5.FS | 6.FS | 7.FS | 8.FS | 9.FS | 10.FS |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Fach-                     | V                 | S                             | P                | V    | S    | P    | V    | S    | P    | V     | S | P | V | S | P | V | S | P | V | S | P | V | S | P | V | S | P |
| semester                  |                   |                               |                  |      |      |      |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|                           |                   |                               |                  | 2    | 2    | 0    |      |      |      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen die physikalischen Mechanismen der Technischen Thermodynamik und sind in der Lage technisch relevante thermodynamische Probleme ingenieurmäßig zu analysieren. Sie kennen die physikalischen und mathematischen Methoden zur Modellbildung und sind in der Lage diese auf Kreisprozesse anzuwenden und Prozessparameter zu berechnen. Sie erkennen die problemspezifischen Zustandsänderungen und können diese physikalisch interpretieren. Sie wenden die mathematische Beschreibung von Zustandsänderungen sicher an und wählen die Lösungsansätze gezielt aus. Sie sind in der Lage die erzielten Lösungen und Ergebnisse zu diskutieren und auf ihre Plausibilität zu prüfen.

### Vorkenntnisse

Physikgrundkenntnisse, Mathematikgrundkenntnisse

### Inhalt

- Konzepte und Definitionen - Energieformen und Hauptsätze der Thermodynamik - Ideales Gas - Nassdampf-Thermodynamik - Erhaltungssätze für Kontrollvolumen - Clausius-Rankine Dampfkraftprozesse (inkl. Maßnahmen zur Wirkungsgradsteigerung) - Gaskraftprozesse (Joule, Otto, Diesel) - Wärmepumpen- und Kälteprozesse - Carnotprozess

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel, Übungsblätter, Powerpoint, Zusatzmaterial, Videos und Tests auf Moodle

### Literatur

1. Fundamentals of Engineering Thermodynamics, Moran & H.N. Shapiro, Wiley & Sons, New York, 1995
2. Thermodynamik kompakt, B. Weigand & J. von Wolfersdorf, Springer, Berlin, 2016
3. Thermodynamik: Vom Tautropfen zum Solarkraftwerk, R. Müller, De Gruyter, Berlin, 2016

### Detailangaben zum Abschluss

Als Hilfsmittel für die schriftliche Prüfung dürfen die Studierenden ein selbständig erstelltes, handschriftliches Formelblatt (A4, beidseitig) verwenden.

### Link zum Moodle-Kurs

### verwendet in folgenden Studiengängen:

- Bachelor Fahrzeugtechnik 2021
- Bachelor Maschinenbau 2021
- Bachelor Mathematik 2021
- Bachelor Technische Kybernetik und Systemtheorie 2021
- Bachelor Technische Physik 2023
- Bachelor Werkstoffwissenschaft 2021
- Diplom Maschinenbau 2021
- Master Regenerative Energietechnik 2022

## Modul: Thin Films and Surfaces

Modulabschluss: Prüfungsleistung schriftlich 90 min Art der Notengebung: Gestufte Noten  
 Sprache: Englisch Pflichtkennz.: Wahlmodul Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200588 Prüfungsnummer: 2100930

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Peter Schaaf

Leistungspunkte: 5 Workload (h): 150 Anteil Selbststudium (h): 105 SWS: 4.0  
 Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Fachgebiet: 2172

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |   |   |   |
|-------------------------------|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|---|---|---|
|                               | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P | V | S | P |
|                               |      |   |   |      |   |   | 2    | 2 | 0 |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |   |   |   |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

- Students can repeat the basic properties of surfaces and thin films.
- Students can describe the basic differences between surfaces/thin films and bulk materials.
- Students can explain the basic methods for thin film and surface investigations.
- Students can interpret various surface and thin film states.
- Students can analyze materials properties in surfaces and thin films.
- Students can propose different methods for the investigation of surfaces and thin films.
- Students can interpret and judge results of surface and thin film measurements.
- Students can judge about states and properties of surfaces and thin films, they can predict them and they can apply them. They know methods for the preparation and testing of surfaces and thin films and can choose the right ones for various application cases. They can explain and apply such methods. They can apply their knowledge and competences to new surface and thin film problems. They can present and scientifically discuss a given topic.
- Students can present and given topic and discuss it. After intensive discussions and group work during the exercises, the students can correctly assess and appreciate the achievements of their fellow students. They take criticism, heed remarks and accept suggestions.

### Vorkenntnisse

Bachelor degree, basic knowledge in physics, Materials Science and Engineering, Chemistry, Electrical Engineering, etc.

### Inhalt

Dozent: PD Dr. Dong Wang  
 Factual Competences  
 Surfaces:  
 Basics, thermodynamics, structures, surface diffusion, reconstruction, relaxation, technologies, vacuum, analysis methods  
 Thin Films:  
 basics, preparation methods, growth dynamics and growth modes, grow structures, mechanical stresses, multilayers, epitaxy, properties, applications  
 Testing methods:  
 Thin films and surface measurement methods  
 Methodological Competences  
 Students can analyze thin films and surfaces and draw conclusions. They are able to convert measurements of properties of materials.  
 Self-reflecting competences  
 Students know how to deal with surface and thin film materials representations and can judge about deficiencies and limitations. They know how to extend the problem and find a solution.  
 Social Competences  
 After the seminar, the students can present and reflect selected topical examples, and they have learned how to search information and how to present this in a talk and to discuss the problems. After intensive discussions and group work during the exercises, the students can correctly assess and appreciate the achievements of their fellow students. They take criticism, heed remarks and accept suggestions.

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Lecture with PowerPoint and Blackboard.  
Animations, Videos, Scripts, moodle, seminar talks, excercises  
moodle course: <https://moodle.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=356>  
enrolment key: TFS-2023

#### Literatur

Books (List will be provided via moodle)  
Actual Research Literature, Reviews (List will be provided).  
Specialized Literature on moodle.

#### Detailangaben zum Abschluss

written examination (Klausur) 90 min.

#### Link zum Moodle-Kurs

#### verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Micro- and Nanotechnologies 2016  
Master Micro- and Nanotechnologies 2021  
Master Regenerative Energietechnik 2022  
Master Technische Physik 2023  
Master Werkstoffwissenschaft 2021  
Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung ET

## Modul: Transiente Vorgänge in elektrischen Anlagen

Modulabschluss: Prüfungsleistung mündlich 30 min Art der Notengebung: Gestufte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200515

Prüfungsnummer: 2100851

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Michael Rock

|   |                   |                               |                  |       |       |       |       |       |       |       |
|---|-------------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Leistungspunkte: 5                                  | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 105 | SWS: 4.0         |       |       |       |       |       |       |       |
| Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik |                   |                               | Fachgebiet: 2169 |       |       |       |       |       |       |       |
| SWS nach  | 1.FS              | 2.FS                          | 3.FS             | 4.FS  | 5.FS  | 6.FS  | 7.FS  | 8.FS  | 9.FS  | 10.FS |
| Fach-   | V S P             | V S P                         | V S P            | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P |
| semester  |                   |                               | 2 2 0            |       |       |       |       |       |       |       |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden können nach der Vorlesung Ersatzschaltbilder ableiten und Rechenverfahren anwenden, kennen wichtige Schalterbeanspruchungen und können Schaltüberspannungen, Stromausgleichsvorgänge sowie Wanderwellenvorgänge beschreiben, deren Ursachen erklären und Maßnahmen zur Reduzierung der Beanspruchungen ableiten. Die Studierenden sind in der Lage, transiente Vorgänge in elektrischen Netzen zu analysieren und deren Auswirkungen auf das Netz und die Betriebsmittel zu bewerten. Die Studierenden können nach den Übungen mit einem verbreitet angewendeten Netzwerkanalyseprogramm für elektroenergie-technische Probleme einfache transiente Schaltungssimulationen durchführen. Analytisches und systematisches Denken wurden gefördert.

### Vorkenntnisse

Grundlagen der Elektrotechnik und der Elektrischen Energietechnik auf dem Niveau eines Ingenieurstudienganges; Grundkenntnisse in Elektrotechnischen Geräten, Hochspannungstechnik, Elektrischen Netzen und Elektrischen Energiesystemen

### Inhalt

Übersicht (elektromagnetomechanische Vorgänge, Resonanz-, Schalt- und Blitzvorgänge sowie Very Fast Transients); Ersatzschaltbilder, Rechenverfahren; Schalterbeanspruchungen (Klemmen- und Abstandskurzschluss, Doppelerdschluss, asynchrones Schalten), Schaltüberspannungen (Unterbrechen von kleinen induktiven Strömen, Schalten kapazitiver Ströme), Stromausgleichsvorgänge, Ausgleichsvorgänge in GIS, Wanderwellenvorgänge

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel und Kreide, Folien, Power-Point-Präsentationen, Bereitstellung von Folien und Präsentationen

### Literatur

Noack, F.: Schalterbeanspruchungen in Hochspannungsnetzen, Verlag Technik, Berlin, 1980

Noack, F.: Einführung in die Elektrische Energietechnik, Hanser Fachbuchverlag, Fachbuchverlag Leipzig, 2002

Rüdenberg, R.: Elektrische Schaltvorgänge, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1974

Baatz, H.: Überspannungen in Energieversorgungsnetzen, Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1956

Koettnitz, H.; Winkler, G.; Weißnig, K.-D.: Grundlagen elektrischer Betriebsvorgänge in Elektroenergiesystemen, 1. Auflage, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1986

Greenwood, A.: Electrical Transients in Power Systems, 2nd Ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, USA, 1991

Slamecka, E.; Waterschek, W.: Schaltvorgänge in Hoch- und Niederspannungsnetzen, Berechnungsgrundlagen, Publicis Corporate Publishing, 1992 (1972)

Miri, A.M.: Ausgleichsvorgänge im Elektroenergiesystem, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2000

Herold, G.: Elektrische Energieversorgung, Band II, Parameter elektrischer Stromkreise, Leitungen,

Transformatoren, J. Schlembach Fachverlag, Weil der Stadt, 2001

Herold, G.: Elektrische Energieversorgung, Band IV, Ein- und Ausschaltvorgänge, Überspannungen, Grundprinzipien des Netzschutzes, J. Schlembach Fachverlag, Weil der Stadt, 2001

Das, J.C.: Transients in Electrical Systems Analysis, Recognition, and Mitigation, The McGraw-Hill Companies, Inc., New York, USA, 2010

Watson, N.; Arrillaga, J.: Power Systems Electromagnetic Transients Simulation, IET Power and Energy Series 39, London, 2007

Schramm, H.-H.: Schalten im Hochspannungsnetz, VDE-Verlag Berlin, 2015

Van der Sluis, L.: Transients in Power Systems, 2nd Edition, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, New York, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto, 2001

Smeets, R.; van der Sluis, L.; Kapetanovic, M.; Peelo, D.; Janssen, A.: Switching in Electrical Transmission and Distribution Systems, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK, 2015

Balzer, G.; Neumann, C.: Schalt- und Ausgleichsvorgänge in elektrischen Netzen, Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 2016

Smith, P.W.: Transient Electronics, Pulsed Circuit Technology, John Wiley & Sons, Ltd., 2002

Shenkman, A.L.: Transient Analysis of Electric Power Circuits Handbook, Springer, Dordrecht, The Netherlands, 2005

CIGRE TB 543: Guideline for Numerical Electromagnetic Analysis Method and its Application to Surge Phenomena, Working Group C4.501, June 2013

Martinez-Velasco, J.A.: Power System Transients, Parameter Determination, CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York, 2010

Martinez-Velasco, J.A.: Transient Analysis of Power Systems, Solution Techniques, Tools, and Applications, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK, 2015

Ametani, A.; Nagaoka, N.; Baba, Y.; Ohno, T.: Power System Transients, Theory and Applications, CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC, Boca Raton, FL, USA, 2013

Ametani, A.: Numerical Analysis of Power System Transients and Dynamics, IET Power and Energy Series 78, The Institution of Engineering and Technology, London, UK, 2015

Dommel, H.W.; Bhattacharya, S.; Brandwajn, V.; Lauw, H.K.; Marti, L.: Electromagnetic Transients Program Reference Manual (EMTP Theory Book), Bonneville Power Administration, Portland, Oregon, USA, August 1986

Meyer, W.S.; Liu, T.-H.: Alternative Transients Program (ATP), Rule Book, Canadian / American EMTP User Group, 1987 - 1992

Detailangaben zum Abschluss

Link zum Moodle-Kurs

verwendet in folgenden Studiengängen:

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2017

Diplom Elektrotechnik und Informationstechnik 2021

Master Electric Power and Control Systems Engineering 2021

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2014 Vertiefung EET

Master Elektrotechnik und Informationstechnik 2021

Master Regenerative Energietechnik 2022



## Modul: Umwelt- und Analysenmesstechnik

Modulabschluss: mehrere Teilleistungen

Art der Notengebung: Generierte Noten

Sprache: Deutsch

Pflichtkennz.: Wahlmodul

Turnus: Wintersemester

Modulnummer: 200218

Prüfungsnummer: 230465

Modulverantwortlich: Prof. Dr. Eberhard Manske

|                           |                   |                               |                  |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Leistungspunkte: 5        | Workload (h): 150 | Anteil Selbststudium (h): 105 | SWS: 4.0         |       |       |       |       |       |       |       |
| Fakultät für Maschinenbau |                   |                               | Fachgebiet: 2371 |       |       |       |       |       |       |       |
| SWS nach                  | 1.FS              | 2.FS                          | 3.FS             | 4.FS  | 5.FS  | 6.FS  | 7.FS  | 8.FS  | 9.FS  | 10.FS |
| Fach-                     | V S P             | V S P                         | V S P            | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P | V S P |
| semester                  |                   |                               | 3 0 1            |       |       |       |       |       |       |       |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Die Studierenden kennen die Messverfahren der Umweltmesstechnik und Prozessanalytik hinsichtlich ihrer Funktion, den Eigenschaften, dem Anwendungsbereich und den Kosten. Sie diskutieren die Bedeutung der Messverfahren der Umweltmesstechnik bei der Erkennung schädlicher Umwelteinflüsse. Die Studierenden sind in der Lage, die Anwendung der Verfahren der Analysenmesstechnik in der Prozesssteuerung zu erklären. Sie können die messtechnischen Möglichkeiten und Entwicklungen der Prozessanalytik und insbesondere der Umweltmesstechnik im Kosten-Nutzen-Spannungsfeld analysieren. Die Studierenden sind fähig, verschiedene Messverfahren der Umwelt- und Analysenmesstechnik hinsichtlich der geforderten Parameter miteinander zu vergleichen.

Nach den begleitenden Praktika können die Studierenden komplexe Aufgabenstellungen auf der Grundlage ihrer theoretischen Kenntnisse lösen und wenden einzelne Sensorprinzipien der Umwelt- und Analysenmesstechnik in der praktischen Arbeit an. Sie können Messschaltungen aufbauen, Messgeräte selbstständig bedienen, Messergebnisse systematisch erfassen, darstellen und interpretieren. Durch die Zusammenarbeit in zum Teil international besetzten Teams haben die Studenten gelernt, die Herangehensweisen an diese Aufgabenstellungen und Meinungen ihrer Mitkommilitonen ebenfalls gelten zu lassen und somit auch ihre sozialen Kompetenzen vertieft.

### Vorkenntnisse

Bachelor Technik (GIG), Teilnahme an Lehrveranstaltungen "Einführung in die Mess- und Sensortechnik" oder "Prozessmess- und Sensortechnik"

### Inhalt

2/3 der Vorlesungen widmen sich der Umweltmesstechnik und  
 1/3 der Prozessanalytik (Betriebsanalysenmesstechnik)

Umweltmesstechnik:

Übersicht zur Umweltproblematik (Umweltprinzipien / Umweltrecht / Umweltqualität / Immissions- und Emissionsprinzip) und Umweltmesstechnik (Bsp. Immissionsmessnetz des Umweltbundesamtes), Optische Messverfahren in der Umweltmesstechnik:

Refraktometrie und Interferometrie (Minimalablenkung, Totalreflexion, Mach-Zehnder-Interferometer), Polarimetrie (optische Aktivität, Halbschattenpolarimeter)

Emissions- und Absorptionsphotometrie (Grundlagen und Messanordnungen)

nichtdispersive spektrometrische Verfahren

Laser in der Umweltmesstechnik (Fourierspektroskopie, LIDAR, DIAL, TDLAS)

Prozessanalytik:

Zielstellungen und Einsatzgebiete, Anwendungsbeispiele, Prinzipielle Verfahren der Analysenmesstechnik:

- Wärmeleitfähigkeitsverfahren, Wärmetönung, Magnetische Gasanalyse, Dichtemessung von Flüssigkeiten und Gasen,
- Grundlagen der Feuchtemesstechnik, Gasfeuchtemessung, Materialfeuchtemessung, Gaschromatografie, Leitfähigkeitsmessungen, potentiometrische Verfahren, Aufbau, Prüfung und Kalibrierung von Prozessanalytoren
- elektrochemische Verfahren (pH-Wert-Messung, kapazitive und induktive Verfahren)

## Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Tafel und Kreide, Nutzung der Möglichkeiten von Laptop mit Präsentationssoftware.

Für die Studierenden werden Lehrmaterialien im Moodle bereitgestellt. Sie bestehen u.a. aus kapitelweise nummerierten Arbeitsblättern mit Erläuterungen sowie Definitionen sowie Skizzen der Messprinzipien und -geräte, deren Inhalt mit der Präsentation / den Folien identisch ist und enthalten Literaturhinweise

## Literatur

Beispiele aus der Literaturübersicht:

...für Umweltmesstechnik: Werner, Christian: Laser in der Umweltmeßtechnik. Springer-Verlag GmbH 1994, ISBN 3-540-57443-3

<http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/open.do>

<http://www.umweltbundesamt.de/luft/luftmessnetze/index.htm>

<http://www.env-it.de/stationen/public/open.do>

<http://www.env-it.de/umweltbundesamt/luftdaten/index.html>

... für Prozessanalytik: Wiegleb, Gerhard (Hrsg.): Sensorik. Bd. 11: Industrielle Gassensorik. Renningen, Expert Verlag 2001. ISBN 3-816-91956-1

## Detailangaben zum Abschluss

Das Modul Umwelt- und Analysenmesstechnik mit der Prüfungsnummer 230465 schließt mit folgenden Leistungen ab:

- mündliche Prüfungsleistung über 30 Minuten mit einer Wichtung von 80% (Prüfungsnummer: 2300634)
- Studienleistung mit einer Wichtung von 20% (Prüfungsnummer: 2300635)

Details zum Abschluss Teilleistung 2:

Praktika gemäß Testkarte in der Vorlesungszeit

## Link zum Moodle-Kurs

<https://moodle.tu-ilmenau.de/course/view.php?id=401>

## verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Maschinenbau 2017

Master Maschinenbau 2022

Master Mechatronik 2017

Master Mechatronik 2022

Master Optische Systemtechnik/Optronik 2017

Master Regenerative Energietechnik 2022

Master Wirtschaftsingenieurwesen 2021 Vertiefung MB

## Masterarbeit mit Kolloquium

Fachabschluss: mehrere Teilleistungen      Art der Notengebung: Generierte Noten  
 Sprache: Deutsch / Englisch      Pflichtkennz.: Pflichtmodul      Turnus: ganzjährig

Fachnummer: 201110      Prüfungsnummer: 99000

Fachverantwortlich: Prof. Dr. Thomas Hannappel

Leistungspunkte: 30      Workload (h): 900      Anteil Selbststudium (h): 900      SWS: 0.0  
 Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften      Fachgebiet: 24

| SWS nach<br>Fach-<br>semester | 1.FS  |   |   | 2.FS |   |   | 3.FS |   |   | 4.FS |   |   | 5.FS |   |   | 6.FS |   |   | 7.FS |   |   | 8.FS |   |   | 9.FS |   |   | 10.FS |   |   |   |   |   |  |  |  |
|-------------------------------|-------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|------|---|---|-------|---|---|---|---|---|--|--|--|
|                               | V     | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V    | S | P | V     | S | P | V | S | P |  |  |  |
|                               |       |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |   |   |   |  |  |  |
|                               | 900 h |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |      |   |   |       |   |   |   |   |   |  |  |  |

### Lernergebnisse / Kompetenzen

Mit der Masterarbeit sind die Studierenden befähigt, eine vorgegebene umfangreiche wissenschaftliche Aufgabenstellung auf dem Gebiet der Regenerativen Energietechnik in einem gesetzten Zeitrahmen selbständig zu bearbeiten.

Die Studierenden konnten ihre bisher erworbenen Kompetenzen in einem speziellen fachlichen Thema vertiefen und erweitern. Sie können sich somit gründlich in ein Thema einarbeiten und ihre eigenen Gedanken zur Problematik ordnen. Unter Anwendung der bisher erworbenen Theorie- und Methodenkompetenzen können sie die Aufgabenstellung nach wissenschaftlichen Methoden selbständig bearbeiten und im wissenschaftlichen Kontext einordnen. Sie sind in der Lage, eine konkrete Problemstellung zu beurteilen und gemäß wissenschaftlichen Standards zu dokumentieren.

Durch die Analysen von Fachliteratur bezüglich der Aufgabenstellung und die eigene wissenschaftliche Arbeit, sind sie darin geschult, ihre erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten auf neue Systeme und die jeweilige Fragestellung anzuwenden.

Die Studierenden konnten Problemlösungskompetenz erwerben und sind in der Lage, die eigene Arbeit zu bewerten und einzuordnen.

Die Studierenden sind befähigt, das Anliegen ihres bearbeiteten wissenschaftlichen Thema in einem Vortrag vor einem allgemeinen und/oder fachlich involvierten Publikum vorzustellen, die Forschungsergebnisse in komprimierter Form im Rahmen eines Abschlusskolloquiums zu präsentieren und die gewonnenen Erkenntnisse sowohl darzustellen als auch in der wissenschaftlichen Diskussion zu verteidigen. Sie können Anmerkungen Beachtung schenken und Kritik würdigen und sind in der Lage, ihre Arbeit kritisch zu hinterfragen. Sie haben gelernt, ihre eigenen Erkenntnisse und Ergebnisse klar und verständlich darzustellen und zu belegen, und sind somit in der Lage, auch zu anderen Themen wissenschaftlich fundierte Texte zu verfassen oder diese mündlich zu präsentieren.

### Vorkenntnisse

Gemäß PStO-BB Kenntnisse aus LVs im Studiengang RET im Umfang von 85 LP

### Inhalt

Die Masterarbeit soll mit einer ca. 4-wöchigen Projektplanungsphase beginnen. Inhalt der Masterarbeit ist in der Regel:

- Selbständige Bearbeitung eines fachspezifischen Themas unter Betreuung
- Dokumentation der Arbeit (Konzeption eines Arbeitsplanes, Literaturrecherche, Stand der Wissenschaft)
- Wissenschaftliche Tätigkeiten (z. B. Analyse, Synthese, Modellierung, Simulationen, Entwurf und Aufbau, Vermessung)
- Auswertung und Diskussion der Ergebnisse
- Verfassen einer schriftlichen Abschlussarbeit
- Wissenschaftlich fundierter Vortrag mit anschließender wissenschaftlicher Diskussion

### Medienformen und technische Anforderungen bei Lehr- und Abschlussleistungen in elektronischer Form

Schriftliche Dokumentation und Vortrag mit digitaler Präsentation

### Literatur

Themenspezifische Literatur wird zu Beginn der Arbeit vom Betreuer benannt bzw. ist selbständig zu recherchieren.

### Detailangaben zum Abschluss

Details zum Abschluss Teilleistung 1 (Prüfungsnummer: 99001):

- alternative semesterbegleitende Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 75%
- Selbstständige schriftliche wissenschaftliche Arbeit, Umfang 750 h innerhalb von 6 Monaten

Details zum Abschluss Teilleistung 2 (Prüfungsnummer: 99002):

- Kolloquium Prüfungsleistung mit einer Wichtung von 25%
- Vortrag max. 30 min + Wissenschaftliche Aussprache ca. 30 min
- Das Kolloquium findet in der Regel spätestens vier Wochen nach der Abgabe der schriftlichen wissenschaftlichen Arbeit statt.

[Link zum Moodle-Kurs](#)

verwendet in folgenden Studiengängen:

Master Regenerative Energietechnik 2022



## **Glossar und Abkürzungsverzeichnis:**

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| LP                                    | Leistungspunkte   |
| SWS                                   | Semesterwochenstunden   |
| FS                                    | Fachsemester  |
| V S P                                 | Angabe verteilt auf Vorlesungen, Seminare, Praktika                       |
| N.N.                                  | Nomen nominandum, Platzhalter für eine noch unbekannte Person (wikipedia) |
| Objekttypen lt.<br>Inhaltsverzeichnis | K=Kompetenzfeld; M=Modul; P,L,U= Fach (Prüfung, Lehrveranstaltung, Unit)  |