



**HOCHSCHULE** | **FAKULTÄT**  
**COBURG** | Elektrotechnik und Informatik

# Modulhandbuch

**FÜR DEN BACHELORSTUDIENGANG  
ENERGIETECHNIK UND ERNEUERBARE ENERGIEN (EN) -  
GÜLTIG FÜR STUDIENANFÄNGER AB WINTERSEMESTER (WISE) 20/21**

# Studienverlaufsplan für den Bachelorstudiengang **Energietechnik und Erneuerbare Energien** - ab Wintersemester 2020/21

| ECTS | 1                                                                                                                                                                                                                    | 2 | 3 | 4                                                      | 5 | 6 | 7                                           | 8 | 9 | 10                                                           | 11 | 12 | 13                                                       | 14 | 15 | 16                                                       | 17 | 18 | 19                                                | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--------------------------------------------------------|---|---|---------------------------------------------|---|---|--------------------------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------------------|----|----|----------------------------------------------------------|----|----|---------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1    | <div><div>Mathematik 1</div><div>Gleich- und Wechselstromlehre +<br/>Elektrisches Feld</div><div>Technische Informatik</div><div>Programmieren 1</div><div>Ringvor-<br/>lesung EE*</div><div>Laborpraxis</div></div> |   |   |                                                        |   |   |                                             |   |   |                                                              |    |    |                                                          |    |    |                                                          |    |    |                                                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2    | <div>Mathematik 2</div>                                                                                                                                                                                              |   |   | <div>Magnetisches Feld und Induktion</div>             |   |   | <div>Elektronische Bauelemente</div>        |   |   | <div>Elektrische Messtechnik</div>                           |    |    | <div>Digitaltechnik</div>                                |    |    | <div>Programmieren 2</div>                               |    |    |                                                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3    | <div>Mathematik 3</div>                                                                                                                                                                                              |   |   | <div>Elektrische Antriebe, Netze,<br/>Sicherheit</div> |   |   | <div>Schaltungstechnik</div>                |   |   | <div>Mikrocomputertechnik</div>                              |    |    | <div>Signale und Systeme</div>                           |    |    | <div>Physik</div>                                        |    |    | <div>Math. An-<br/>wendungs-<br/>software**</div> |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4    | <div>Praxisbegleitende<br/>Lehrveranstaltungen</div>                                                                                                                                                                 |   |   | <div>Praxis-<br/>Seminar</div>                         |   |   | <div>Praxisphase (Industriepraktikum)</div> |   |   |                                                              |    |    |                                                          |    |    |                                                          |    |    |                                                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5    | <div>Regelungstechnik</div>                                                                                                                                                                                          |   |   | <div>Technical English</div>                           |   |   | <div>Thermodynamik</div>                    |   |   | <div>Elektrische Antriebs- und<br/>Stromrichtertechnik</div> |    |    | <div>Hochspannungstechnik</div>                          |    |    | <div>Fachwissenschaftliches<br/>Wahlpflichtmodul 1</div> |    |    |                                                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 6    | <div>Elektrische Energieverteilung</div>                                                                                                                                                                             |   |   | <div>Elektrische Energiespeicher</div>                 |   |   | <div>Intelligente Energiesysteme</div>      |   |   | <div>Elektrische Energiewandlung</div>                       |    |    | <div>Fachwissenschaftliches<br/>Wahlpflichtmodul 2</div> |    |    | <div>Fachwissenschaftliches<br/>Wahlpflichtmodul 3</div> |    |    |                                                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 7    | <div>Bachelorarbeit</div>                                                                                                                                                                                            |   |   | <div>Bachelorseminar</div>                             |   |   | <div>Interdis.<br/>Quali.***</div>          |   |   | <div>Ing. Projekt****</div>                                  |    |    | <div>Fachwissenschaftliches<br/>Wahlpflichtmodul 4</div> |    |    | <div>Fachwissenschaftliches<br/>Wahlpflichtmodul 5</div> |    |    |                                                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Hinweise: Die Zahlen oberhalb der Fächerübersicht geben die Anzahl der ECTS-Creditpoints an. In Summe ergeben sich 210 ECTS-Punkte.  
Die Anzahl der Semesterwochenstunden = SWS sind im Studienplan aufgeführt.

- \* Ringvorlesung "Erneuerbare Energien "
- \*\* Mathematische Anwendungssoftware
- \*\*\* Interdisziplinäre Schlüsselqualifikation
- \*\*\*\* Ingenieurwissenschaftliches Projekt

## Vorbemerkungen

Ein ECTS-Leistungspunkt nach dem „European Credit and Accumulation Transfer System“ entspricht einer Arbeitsbelastung von 30 Stunden pro Semester.

Die Erläuterungen zu den formalen Zulassungsvoraussetzungen für die einzelnen Module finden Sie in der Studien- und Prüfungsordnung (SPO) des Studiengangs.

### Bitte beachten:

Im Modulhandbuch werden alle Module aufgeführt, für welche im jeweiligen Semester Prüfungen angeboten werden, dabei müssen sie nicht zwingend in diesem Semester gelehrt werden.

### Wahlpflichtmodule:

Gemäß Studienplan können auch fachwissenschaftliche Pflicht- und Wahlpflichtmodule als fachwissenschaftliches Wahlpflichtmodul belegt werden, welche für die Studiengänge Elektro- und Informationstechnik (EL), Energietechnik und Erneuerbare Energien (EN) sowie Informatik (IF) angeboten werden.

### Gefährdungsbeurteilung nach §10 Mutterschutzgesetz:

Für jedes Modul existiert eine anlassunabhängige Gefährdungsbeurteilung gemäß §§ 10ff Mutterschutzgesetz (MuSchG). Danach werden die Module nach

**grün** = „wählbar ohne Einschränkungen“,

**gelb** = „wählbar mit Einschränkungen, individuelle Absprache nötig“ und

**rot** = „nicht im Sinne des MuSchG studierbar“  
beurteilt.

Die einzelnen Gefährdungsbeurteilungen finden Sie in den entsprechenden Laboren.

Zentrale Anlaufstelle für eine Beratung schwangerer oder stillender Studentinnen ist das Familienbüro der Hochschule Coburg. Hier finden Sie auch eine Übersicht zur Gefährdungsbeurteilung.

### Studienziel:

Ziel des Bachelorstudiums ist die Vermittlung der Befähigung zur selbständigen Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden im Bereich der Energietechnik und erneuerbaren Energien. Im Hinblick auf die Breite und Vielfalt der Energietechnik und Erneuerbaren Energien, die eine umfassende Grundlagenausbildung erfordert, soll das Studium dazu befähigen, sich rasch in eines der zahlreichen Anwendungsgebiete einzuarbeiten. Der Bachelorabschluss befähigt insbesondere zur Übernahme anwendungsorientierter Fach- und Führungsaufgaben im Bereich der Energietechnik und erneuerbaren Energien.

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Grundstudium .....</b>                                         | <b>5</b>  |
| Digitaltechnik .....                                                 | 5         |
| Elektrische Antriebe, Netze und Sicherheit .....                     | 7         |
| Elektrische Messtechnik .....                                        | 10        |
| Elektronische Bauelemente .....                                      | 12        |
| Gleich- und Wechselstromlehre und statisches elektrisches Feld ..... | 15        |
| Laborpraxis .....                                                    | 18        |
| Magnetisches Feld und Induktion .....                                | 20        |
| Mathematik 1 .....                                                   | 22        |
| Mathematik 2 .....                                                   | 24        |
| Mathematik 3 .....                                                   | 26        |
| Mathematische Anwendungssoftware .....                               | 28        |
| Mikrocomputertechnik .....                                           | 30        |
| Physik .....                                                         | 34        |
| Programmieren 1 .....                                                | 36        |
| Programmieren 2 .....                                                | 39        |
| Ringvorlesung Erneuerbare Energien .....                             | 41        |
| Schaltungstechnik .....                                              | 43        |
| Signale und Systeme .....                                            | 45        |
| Technische Informatik .....                                          | 47        |
| <b>2. Praktisches Studiensemester .....</b>                          | <b>49</b> |
| Praxisbegleitende Lehrveranstaltung .....                            | 49        |
| Praxisseminar .....                                                  | 50        |
| <b>3. Vertiefungsstudium .....</b>                                   | <b>51</b> |
| <b>3.1 Pflichtmodule .....</b>                                       | <b>51</b> |
| Elektrische Antriebs- und Stromrichtertechnik .....                  | 51        |
| Elektrische Energieverteilung .....                                  | 53        |
| Elektrische Energiespeicher .....                                    | 56        |
| Elektrische Energiewandlung .....                                    | 59        |
| Hochspannungstechnik .....                                           | 62        |
| Intelligente Energiesysteme .....                                    | 65        |
| Interdisziplinäre Schlüsselqualifikation .....                       | 68        |
| Regelungstechnik .....                                               | 70        |

|                                                          |            |
|----------------------------------------------------------|------------|
| Technical English.....                                   | 72         |
| Thermodynamik.....                                       | 74         |
| <b>3.2 Wahlpflichtmodule .....</b>                       | <b>76</b>  |
| Angewandte Numerische Strömungssimulation CFD .....      | 76         |
| Ausgewählte Themen der Erneuerbaren Energien .....       | 78         |
| Automatisierungstechnik 1 .....                          | 81         |
| Automatisierungstechnik 2 .....                          | 84         |
| Autonome Eingebettete Systeme .....                      | 87         |
| Computermesstechnik.....                                 | 90         |
| Eingebettete Betriebssysteme.....                        | 92         |
| Elektromaschinenbau .....                                | 95         |
| Fortgeschrittene Programmierung .....                    | 97         |
| Hochspannungstechnik 2 .....                             | 100        |
| IT-Sicherheit .....                                      | 102        |
| Künstliche Intelligenz 1.....                            | 105        |
| Künstliche Intelligenz 2.....                            | 107        |
| Motion Control.....                                      | 109        |
| Netz- und Betriebsmitteldiagnose.....                    | 112        |
| Photovoltaik.....                                        | 116        |
| Projekt Erneuerbare Energien 1 .....                     | 118        |
| Projekt Erneuerbare Energien 2 .....                     | 120        |
| Regelung elektrischer Antriebe und Stromrichter .....    | 122        |
| Regelungstechnik 2 .....                                 | 125        |
| Seminar wissenschaftliches Arbeiten .....                | 127        |
| Signalprozessoren .....                                  | 129        |
| Softwareentwurf in der Automatisierungstechnik.....      | 133        |
| Strömungsmechanik.....                                   | 136        |
| Verfahren und Anwendungen der Feldsimulation .....       | 138        |
| Wasserstoffbasierte Energieträger und Technologien ..... | 140        |
| Windenergie .....                                        | 143        |
| <b>4. Abschlussarbeiten .....</b>                        | <b>145</b> |
| Bachelorarbeit .....                                     | 145        |
| Bachelorseminar .....                                    | 146        |
| Ingenieurwissenschaftliches Projekt .....                | 148        |

## 1. Grundstudium

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Digitaltechnik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Kürzel                            | Dt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht mit integrierten Übungen (3 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Leistungspunkte                   | 4 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 60h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Fachsemester                      | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Bettina Friedel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Bettina Friedel<br>Prof. Dr. Matthias Mörz,<br>Prof. Dr. Matthäus Brela,<br>Prof. Dr. Jochen Merhof                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Technischen Informatik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sicher den Aufbau, die Funktionsweise und das Verhalten digitaler Grundsaltungen und Standardschaltnetze beschreiben</li> <li>• ein Oszilloskop und einen Logikanalysator zur Analyse von Logikschaltungen einsetzen</li> <li>• verschiedene Speichertypen und programmierbare Logikbausteine beschreiben und beurteilen</li> <li>• Verfahren zur Codierung von Signalen anwenden</li> <li>• verschiedene Recheneinheiten aufbauen und beurteilen</li> <li>• Zähler- und Frequenzteilerschaltungen analysieren und aufbauen</li> <li>• die Automatentheorie, Zustandsgraphen und Schaltwerkentwurfsmethoden sicher einsetzen</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaltnetze, Schaltwerke und Zustandsautomaten systematisch entwerfen und in Hardware aufbauen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von digitalen Grundschaltungen</li> <li>• Logikgatter und FlipFlops</li> <li>• Logikpegel und I/O-Standards</li> <li>• Gatterlaufzeiten und Gatterübergangszeiten</li> <li>• Entstehung von Hazards und deren Vermeidung</li> <li>• Standardschaltnetze: Multiplexer/De-Multiplexer, Encoder/Decoder, Komparatoren, Addierer, Subtrahierer, Multiplizierer, ALU</li> <li>• Rückgekoppelte Schaltnetze und FlipFlops</li> <li>• Asynchrone und Synchrone Zähler, Frequenzteiler</li> <li>• Aufbau des Logikanalysators</li> <li>• Messung und Analyse digitaler Signale mit dem Oszilloskop und dem Logikanalysator</li> <li>• Aufbau von programmierbare Logikbausteine: PLD, CPLD, FPGA</li> <li>• Aufbau von Speicherbausteinen: ROM, EEPROM, Flash-EPROM, SRAM, DRAM, SDRAM</li> <li>• Einführung in die Automatentheorie</li> <li>• Entwurf von Zustandsautomaten mit Zustandsfolgetabelle und Zustandsgraph</li> <li>• Grundlagen der Codierung</li> <li>• Anwendungen von Leitungscodes</li> <li>• Grundlagen der Quellen- und Kanalcodierung: Kompression von Daten, Erkennung und Korrektur von Übertragungsfehlern</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktische Studienarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Medienformen:                                  | Beamer, Präsentationsfolien, Tafel/Whiteboard, Veranstaltungsunterlagen in elektronischer Form, Nutzung eines e-Learning-Systems, Berechnungs- und Simulationsprogramme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Literatur:                                     | <p>Fricke, Klaus: Digitaltechnik – Lehr- und Übungsbuch für Elektrotechniker und Informatiker, 8. Auflage, Springer-Verlag, 2018</p> <p>Beuth, Klaus: Digitaltechnik – Elektronik 4, 14. Auflage Vogel-Verlag, 2019</p> <p>Dankmeier, Wilfried: Grundkurs Codierung, 4. Auflage, Vieweg-Verlag, Springer-Verlag 2017</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Elektrische Antriebe, Netze und Sicherheit</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Kürzel                            | EANz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (2 SWS), Übung (1 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Fachsemester                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Omid Forati Kashani                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Omid Forati Kashani, Prof. Dr. Michael Rossner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 1 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Kenntnisse der komplexen Wechselstromrechnung, Zeigerdiagramme, Grundkenntnisse der magnetischen Feldkreise und Kopplungen sowie der elektronischen Bauelemente, Grundkenntnisse der Zusammenhänge der mechanischen Größen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Die Studierenden können die Grundlagen und Wirkungsweise der Gleichstrommaschinen und der Stromrichter für die Gleichstrommaschinen erläutern. Sie können das Drehstromsystem und den Aufbau, der Drehstrom-Asynchron- und Synchronmaschinen erläutern und verstehen. Sie können diverse Kennlinien und Zeitverläufe der oben genannten Komponenten zeichnen und anwenden.</p> <p>Sie können anhand gelernter Betriebseigenschaften der oben genannten Komponenten einfache elektromechanische Aufgabenstellungen analysieren und elektrische und mechanische Größen für stationäre Betriebszustände berechnen.</p> <p>Im Teilgebiet Netze erlernen die Studierenden die Grundzüge der elektrischen Energieübertragung und Leistungsbetrachtung im Drehstromnetz. Sie kennen Vor- und Nachteile verschiedener Netzformen und deren</p> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | Sicherheitsaspekte, sind vertraut mit Berechnungsverfahren von Kurzschlussströmen, Spannungsabfällen und Dimensionierungen von Kabeln.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichstrommaschine<br/>Aufbau und Wirkungsweise, Ankerwicklung einer Gleichstrommaschine, Luftspaltfelder und Betriebsverhalten, Spannungserzeugung und Drehmoment, Arten der Gleichstrommaschinen, Kennlinien und Steuerung von Gleichstrommaschinen, Leerlaufkennlinie, Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie, Verfahren zur Drehzahländerung, Aufbau und Wirkungsweise der Stromrichter für Antriebe mit Gleichstrommaschine wie Tiefsetzsteller, Hochsetzsteller, Gleichstromsteller (Vierquadrantensteller).</li> <li>• Drehstromsystem<br/>Symmetrisches Drehstromsystem, Unsymmetrisches Drehstromsystem, Ströme und Spannungen der symmetrischen und unsymmetrischen Systeme. Drehstromleistung, Leistungsfaktor</li> <li>• Drehstrom-Asynchronmaschine<br/>Erzeugung von magnetischen Drehfeldern, Räumlich versetzte Wicklungen, Aufbau und Wirkungsweise der Asynchronmaschine, Spannungsgleichungen und Ersatzschaltung, Leistungsbilanz, Drehzahl- bzw. Schlupf-Drehmoment-Kennlinie, Drehzahlsteuerung von Asynchronmaschine, Betriebsbereich der Drehstrom-Asynchronmaschine, Anlassen, Sonderbauformen des Käfigläufers.</li> <li>• Drehstrom-Synchronmaschine<br/>Aufbau und Wirkungsweise, Ersatzschaltbild und Zeigerdiagramm der Vollpolmaschine, Stationärer Insel- und Netzbetrieb der Vollpolmaschine, V-Kurven der Vollpolmaschine, Drehmoment und Stabilität der Vollpolmaschine, Aufbau und Besonderheiten der Schenkelpolmaschine, Drehmoment und Stabilität der Schenkelpolmaschine.</li> <li>• Teilgebiet Netze und Sicherheit<br/>Formen der Energieübertragung (Gleichstrom, Wechselstrom, Drehstrom), Leistung und Leistungsmessung im Drehstromnetz. Kurzschlussrechnung (symmetrisch und einfache Fälle des unsymmetrischen KS). Netzformen (TN, TT, IT), Sicherungselemente, Schutzbestimmungen. Aufbau von Kabeln, Verlegungsarten, Spannungsfallberechnungen.</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktische Studienarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sonstige Leistungsnachweise | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Medienformen:               | Tafel, Overhead/Beamer / Visualizer / Whiteboard<br>Elektronisch bereitgestellte Arbeitsunterlagen und Übungsaufgaben, praktische Übungen am Prüfstand im Labor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Literatur:                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rolf Fischer, Elektrische Maschinen, Karl Hanser Verlag München</li> <li>- Helmut Späth, Elektrische Maschinen und Stromrichter, Verlag Braun Karlsruhe</li> <li>- Johannes Teigelkötter, Energieeffiziente elektrische Antriebe, Springer Verlag</li> <li>- Joachim Specovius, Grundkurs Leistungselektronik, Springer Verlag</li> <li>- Germar Müller und Bernd Ponik, Grundlagen elektrischer Maschinen, WILEY-VCH Verlag GmbH &amp; Co. KGaA</li> <li>- Gerhard Kiefer, VDE 0100 und die Praxis; VDE Verlag</li> <li>- Ismail Kasikci, Projektierung von Niederspannungs- und Sicherheitsanlagen, Hüthig und Pflaum</li> <li>- Klaus Heuck, Klaus-Dieter Dettmann; Elektrische Energieversorgung; Vieweg-Verlag</li> </ul> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Elektrische Messtechnik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Kürzel                            | EMt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Fachsemester                      | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Bernd Hüttl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Bernd Hüttl, Prof. Dr. Michael Rossner,<br>Prof. Dr. Omid Forati Kashani                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Elektrotechnische und physikalische Grundkenntnisse, Taylor- und Fourier-Reihenentwicklung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Fachlich-methodische Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über ein Grundverständnis der Problematik und der Bedeutung des technischen Messens.</li> <li>• Sie kennen wichtige Ursachen von Messabweichungen und können die Auswirkungen der Messunsicherheit auf Messergebnisse berechnen und einschätzen.</li> <li>• Sie verstehen die Funktionsweise der für die Elektrotechnik wichtigsten analogen und digitalen Messgeräte, deren Einsatzgebiete und Grenzen.</li> <li>• Sie sind vertraut mit der Messung der grundlegenden elektrischen Messgrößen und den wichtigsten Messverfahren.</li> <li>• Für die Klasse der periodischen Messgrößen kennen sie mittelwertbildende und spektrale Messwerte.</li> <li>• Außerdem verfügen sie über ein Grundverständnis der digitalen Messtechnik.</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Messunsicherheit und Fehlerfortpflanzung</b><br/>Messabweichungen und Messunsicherheit, systematische und zufällige Messabweichungen, Messabweichung als Zufallsprozess, Gaußsche Fehlerfortpflanzung, worst-case-Abschätzung.</li> <li>• <b>Messgeräte</b><br/>Messprinzip, Aufbau und Kenngrößen analoger und digitaler Vielfachmessgeräte, Prinzip und Bedienung des analogen und des digitalen Oszilloskops.</li> <li>• <b>Grundlegende Messverfahren</b><br/>Strom-/Spannungsmessung, Messbereichserweiterung und Messbrücken, Messung von Widerstand und Leistung, Zeit und Frequenz und ggf. weitere Größen.</li> <li>• <b>Periodische Messgrößen</b><br/>Mittelwertbildende Messwerte aus dem Zeitverlauf, Transformation in den Frequenzbereich, Darstellung periodischer Messgrößen als Spektren und daraus abgeleitete Messwerte, Zusammenhänge zwischen Zeitverlauf und Spektrum.</li> <li>• <b>Digitale Messtechnik</b><br/>Abtastung und Amplitudenquantisierung, Quantisierungsunsicherheit, Analog/Digitalumsetzer</li> <li>• <b>Praktikumsversuche</b><br/>Vertiefung der theoretisch erarbeiteten Inhalte wie z.B. grundlegende Messverfahren, Kenngrößen periodischer Messsignale.</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktische Leistungsnachweise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Medienformen:                                  | Beamer und Tafel/Whiteboard, elektronische Skripten und Arbeitsunterlagen, Praktikumsversuche im Labor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Literatur:                                     | <p>T. Mühl: Einführung in die elektrische Messtechnik<br/>B.G. Teubner</p> <p>R. Parthier: Messtechnik<br/>Vieweg+Teubner</p> <p>R. Lerch: Elektrische Messtechnik<br/>Springer</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Elektronische Bauelemente</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Kürzel                            | EIBau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung (3 SWS),<br>Praktikum (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h , Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Fachsemester                      | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Alexander Stadler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Alexander Stadler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Gleich- und Wechselstromlehre + Elektronisches Feld (GE 1), Mathematik 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Fachliche Kompetenzen:</p> <p>Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Leitungsmechanismen und die Grundstrukturen in Halbleitern zu verstehen,</li> <li>• wichtige Eigenschaften der Halbleiterbauelemente zu berechnen,</li> <li>• mit den Kennlinien der Halbleiterbauelemente zu arbeiten und</li> <li>• Grundschaltungen mit den Halbleiterbauelementen aufzubauen und zu analysieren.</li> </ul> <p>Methodenkompetenzen:</p> <p>Mit dem Besuch der Veranstaltung können die Studierenden die interdisziplinären physikalischen und elektrotechnischen Grundlagen gezielt zur Analyse der Leitungsmechanismen in elektronischen Bauelementen anwenden. Sie verstehen den Aufbau praktischer Schaltungen und sind in der Lage,</p> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | die wesentlichen Funktionsparameter sowohl mit Hilfe der Simulation als auch anhand von Labormessungen zu bestimmen. Zur Vertiefung und zum besseren Verständnis erfolgt im Praktikumsteil hierzu die messtechnische Untersuchung einiger wichtiger Halbleiterbauelemente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung (Elektronik und elektronische Bauelemente, begriffliche Einordnung, Abgrenzung und Unterteilung, historische Entwicklung, wirtschaftliche Bedeutung, gesellschaftliche Bedeutung)</li> <li>• Physikalische Grundlagen der Halbleiterelektronik (Ladungsträger in Halbleitern, pn-Übergang und Diode, Metall-Halbleiter-Übergänge, MOS-Struktur)</li> <li>• Halbleiterdioden (Arbeiten mit Kennlinien, Gleichrichterdioden, Schaltioden, Z-Dioden, Varaktordioden, Schottkydioden, Tunnelioden, Mikrowellendioden, Photodiode, Solarzelle, Leuchtdiode und Laserdiode)</li> <li>• Transistoren (Bipolartransistor, Feldeffekttransistoren, Spezialtransistoren)</li> <li>• Thyristoren (Aufbau und Wirkungsweise, elektrische Eigenschaften, Sonderformen – GTO, TRIAC, DIAC)</li> <li>• Operationsverstärker (Eigenschaften, Prinzip der Gegenkopplung, Grundsaltungen, innerer Aufbau, Offset-Kompensation, Frequenzgang und Frequenzgangkorrektur, Slew-Rate)</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Teilprüfung 90 Min. und praktische Teilstudienarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Medienformen:                                  | Tafel, Beamer, Whiteboard, gedrucktes Vorlesungsskript mit Übungsaufgaben, elektronisch bereitgestelltes Begleitmaterial                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Literatur:                                     | <p>E. Böhmer, Elemente der Elektronik – Repetitorium und Prüfungstrainer: Ein Arbeitsbuch mit Schaltungs- und Berechnungsbeispielen, Vieweg+Teubner Verlag, 6. völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage, 2005, ISBN-10: 352854189X</p> <p>E. Böhmer, D. Ehrhardt, W. Oberschelp, Elemente der angewandten Elektronik: Kompendium für Ausbildung und Beruf, Vieweg+Teubner Verlag, 15. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2007, ISBN-10: 3834801240</p> <p>H. Göbel, Einführung in die Halbleiter-Schaltungstechnik, Verlag Springer Vieweg, 5. aktualisierte Auflage, 2014, ISBN-10: 3642538681</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>H. Göbel, H. Siemund, Übungsaufgaben zur Halbleiter-Schaltungstechnik, Verlag Springer Vieweg, 3. Auflage, 2014, ISBN-10: 3642539025</p> <p>S. Goßner, Grundlagen der Elektronik – Halbleiter, Bauelemente und Schaltungen, Shaker-Verlag, 8. ergänzte Auflage, 2011, ISBN-10: 3826588258</p> <p>R. Müller, Bauelemente der Halbleiter-Elektronik, Springer-Verlag, 4. überarbeitete Auflage, 1991, ISBN-10: 3540544895</p> <p>R. Müller, Grundlagen der Halbleiter-Elektronik, Springer-Verlag, 7. durchgesehene Auflage, 2008, ISBN-10: 3540589120</p> <p>M. Reisch, Elektronische Bauelemente: Funktion, Grundsaltungen, Modellierung mit SPICE, Springer-Verlag, 2. Auflage, 2006, ISBN-10: 3540340149</p> <p>M. Reisch, Halbleiter-Bauelemente, Springer-Verlag, 2. bearbeitete Auflage, 2007, ISBN-10: 3540731997</p> <p>F. Thuselt, Physik der Halbleiterbauelemente: Einführendes Lehrbuch für Ingenieure und Physiker, Springer-Verlag, 2. Auflage, 2011, ISBN-10: 3642200311</p> <p>U. Tietze, C. Schenk, Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer-Verlag, 12. Auflage, 2002, ISBN-10: 3540428496</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Gleich- und Wechselstromlehre und statisches elektrisches Feld</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Kürzel                            | GuW                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Lehrform / SWS                    | 6 SWS, Seminaristischer Unterricht, 2 SWS Übungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Leistungspunkte                   | 8 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 120 h, Selbststudium: 120 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Fachsemester                      | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Bernd Hüttl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Bernd Hüttl, Prof. Dr. Omid Forati Kashani                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Nutzung in anderen Studiengängen  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Beherrschung von Geometrie, Algebra, linearer Gleichungssysteme und komplexer Zahlentheorie; Kenntnisse der Integral- und Differentialrechnung sowie der Vektorrechnung; Grundkenntnisse der Physik auf Abiturniveau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <b>Fachlich-methodische Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beherrschen die grundlegenden physikalischen Größen zur Beschreibung elektrischer Felder und zur Beschreibung der linearen elektrischen Gleich- und Wechselstromtechnik.</li> <li>• Sie verstehen die Grundgleichungen zur Beschreibung elektrischer Felder und können Felder einfacher Geometrien berechnen.</li> <li>• Sie kennen die Maxwellschen Gleichungen in der vektoranalytischen Darstellung und verstehen deren Bedeutung.</li> <li>• Sie lernen den Aufbau einfacher Gleich- und Wechselstromnetzwerke basierend auf linearen Zweipolen und elektrischer Quellen kennen und beherrschen die Grundregeln der Netzwerkberechnung.</li> <li>• Sie erkennen die Bedeutung der genannten Grundlagen für die Auslegung elektrischer Betriebsmittel und</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | Schaltungen und können Berechnungen an einfachen Beispielen selbst durchführen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Elektrisches Feld</b><br/>           Klärung der Begriffe: Ladung, Feldstärke, Spannung, Potential und Kapazität.<br/>           Berechnung von elektrostatischen Feldern und Potentialfeldern für einfache Geometrien.<br/>           Materie im elektrischen Feld und Polarisierung; Energie und Kräfte im elektrischen Feld.<br/>           Felder geschichteter Anordnungen.<br/>           Elektrisches Strömungsfeld.</li> <li>• <b>Lineare Gleichstromnetzwerke</b><br/>           Der elektrische Gleichstromkreis: Ohmsches Gesetz, Maschen- und Knotenregel, Spannungs- und Stromteiler.<br/>           Ideale und reale Spannungs- und Stromquellen: Quellumwandlung, Anpassung und Leistungsbilanz.<br/>           Verfahren zur Netzwerkberechnung: Ersatzquellenverfahren, Überlagerungsverfahren, Maschenstrom- und Knotenpotentialverfahren.</li> <li>• <b>Lineare Wechselstromnetze</b><br/>           Beschreibung stationärer Sinusschwingungen durch komplexe Effektivwerte, passive lineare Zweipole in Beschreibung als komplexe Widerstände und Leitwerte, Einfache LRC – Schaltungen (Reihen- und Parallelschaltung), Verzweigte Schaltungen, Schwingkreise, Anwendung von Ortskurven und Einsatz der Netzwerkberechnungsverfahren bei Wechselstromnetzen.</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | Lösung von Übungsaufgaben: Die erfolgreiche Bearbeitung von mindestens 2/3 der angebotenen Übungsblätter erfüllt die Voraussetzung für den Erhalt eines Teilnahmezeugnisses und folgend als Zulassungsvoraussetzung für die schriftliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Medienformen                                   | Tafel oder Tablet bzw. Visualizer, Beamer, Moodle-Plattform<br>Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Literatur                                      | A. Führer, K. Heidemann, W. Nerretter: Grundgebiete der Elektrotechnik, Bd. 1 und 2, Hanser Verlag<br>S. Altmann, D. Schlayer: Lehr- und Übungsbuch Elektrotechnik, Hanser Verlag<br>R. Ose: Elektrotechnik für Ingenieure, Hanser Verlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|  |                                                                                                                                                           |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | R. Paul: Elektrotechnik Bd. 1, Springer Verlag<br>W.-E. Büttner: Grundlagen der Elektrotechnik I, Oldenbourg Verlag<br>M. Albach: Elektrotechnik, Pearson |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Laborpraxis</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Kürzel                            | Lpx                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Lehrform / SWS                    | Praktikum (2 SWS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Leistungspunkte                   | 2 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 30h, Selbststudium: 30h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Fachsemester                      | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr.-Ing. Jochen Merhof                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Rossner, Prof. Dr. Mörz, Prof. Dr. Kühnlenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL, EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten lernen den praktischen Umgang mit Geräten wie Multimeter, Funktionsgenerator, Oszilloskop.</li> <li>• Die Studenten lernen die Verwendung der Simulationssoftware LTSpice zur Schaltungssimulation.</li> <li>• Die Studenten verwenden die Schulungsplattform ADALM zur praktischen Durchführung von Messversuchen z.B. zur Bestimmung von Widerstand/Strom/Spannung (Widerstandskennlinie, Diodenkennlinie, Aufladungs- und Endladungskurve von Kondensatoren und Spulen)</li> <li>• Die Studenten lernen elementare Grundlagen für den Einsatz von Mikrokontrollern kennen und schreiben erste einfache Programme.</li> <li>• Abhängig vom Studiengang der Studenten folgen noch spezialisierte Versuchsinhalte für Studenten der Studiengänge AU, EL und EN.</li> </ul> |
| Lehrinhalte                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Praktischer Einsatz von Geräten und Software der Elektrotechnik</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Flankierung theoretischer Lerninhalte durch praxisnahe Versuche zum</li> <li>▪ Messen von Widerstand/Spannung/Strom</li> <li>▪ Messen verschiedener periodischer Signalverläufe</li> <li>▪ Kennenlernen einer Mikrokontroller-Plattform inkl. Entwicklung erster Programme sowie Aufbau und Ansteuerung einfacher Schaltungen bzw. Verwendung einfacher Sensorik.</li> <li>▪ Kennenlernen einer Simulationsplattform für elektronische Schaltungen</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Teilnahmebestätigung nach Abgabe von 6 Kurzberichten + Diskussion und Kontrolle der Kurzberichtsinhalte in Lerngruppen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Medienformen:                                  | Beamer und Tafel/Whiteboard, Simulationsprogramme, elektronische Skripten und Arbeitsunterlagen, praktische Übungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Literatur:                                     | <p>T. Mühl: Einführung in die elektrische Messtechnik<br/>B.G. Teubner</p> <p>Beuth Klaus, Digitaltechnik – Elektronik 4, Vogel-Verlag</p> <p>Reichardt Jürgen, Lehrbuch Digitaltechnik, Oldenbourg-Verlag</p> <p>Fricke Klaus, Digitaltechnik, Vieweg-Verlag</p> <p>Dankmeier Wilfried, Grundkurs Codierung, Vieweg-Verlag</p>                                                                                                                                                                        |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Magnetisches Feld und Induktion</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Kürzel                            | MFI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht / 6 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Leistungspunkte                   | 6 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 90h, Eigenstudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Fachsemester                      | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Omid Forati Kashani                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Omid Forati Kashani                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Beherrschung von Geometrie und Algebra und linearer Gleichungssysteme; Kenntnisse der Integral- und Differentialrechnung sowie der Vektorrechnung; Grundkenntnisse der Physik auf Abiturniveau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Fachliche Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie beherrschen die grundlegenden physikalischen Größen zur Beschreibung magnetischer Felder.</li> <li>• Sie verstehen die Grundgleichungen zur Beschreibung magnetischer Felder und können Felder einfacher Geometrien berechnen.</li> <li>• Sie erkennen die Bedeutung dieser Grundlagen für die Auslegung magnetischer Betriebsgrößen und können Berechnungen an magnetischen Beispielfelder selbst durchführen.</li> <li>• Die Studierende kennen die Grundlagen der Induktion und können diese Erkenntnisse auf einphasigen Transformatoren anwenden.</li> <li>• Sie kennen das Ersatzschaltbild der einphasigen Transformatoren und können die grundlegenden Größen aus dem Ersatzschaltbild, wie Ströme, Spannungen sowie die Wirk- und Blindleistung, berechnen.</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierende können die allgemein anwendbaren Berechnungsverfahren für Einschwingvorgänge in linearen Netzwerken mit maximal zwei Energiespeicher analysieren und berechnen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Magn. Feldstärke, Lorentzkraft, und magn. Flussdichte, Durchflutungsgesetz</li> <li>Para-, Dia- und Ferromagnetismus, Permeabilität</li> <li>Einfache magnetische Kreise</li> <li>Bewegungs- und Ruheinduktion, Selbstinduktivität und gegenseitige Induktivität</li> <li>Energie und Kräfte im magnetischen Feld</li> <li>Transformator (ideal, real, verschiedene Belastungsszenarien)</li> <li>Schaltvorgänge in linearen Netzen: Berechnung von Ein- und Ausschaltvorgängen in ohmsch-induktiven und ohmsch-kapazitiven sowie ohmsch-induktiv-kapazitiven Netzen, Periodische Schaltvorgänge</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Medienformen:                                  | Tafel, Overhead/Beamer / Visualizer / Whiteboard<br>Elektronisch bereitgestellte Arbeitsunterlagen und Übungsaufgaben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Literatur:                                     | A. Führer, K. Heidemann, W. Nerreter: Grundgebiete der Elektrotechnik, Carl Hanser Verlag<br>M. Albach: Grundlagen der Elektrotechnik 1 und 2, Pearson Studium<br>W.-E. Büttner: Grundlagen der Elektrotechnik I, Oldenbourg Verlag<br>G. Haggmann: Grundlagen der Elektrotechnik, AULA-Verlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Mathematik 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Kürzel                            | Mth 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Lehrform / SWS                    | 8 SWS Seminaristischer Unterricht, 2 SWS Übungen<br>Gesamt: 10 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Leistungspunkte                   | 10 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 150 h, Eigenstudium: 150 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Fachsemester                      | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Ada Bäumner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Ada Bäumner, Dr. Klaus Horbaschek                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Fachliche Kompetenzen:</p> <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende mathematische Denkweisen und Begriffe anwenden</li> <li>• Mathematische Verfahren und Techniken anwenden</li> <li>• Physikalisch-technische Probleme mathematisch erfassen und lösen</li> </ul> |
| Lehrinhalte                       | <p>Algebra: Matrizen, Determinanten und lineare Gleichungssysteme</p> <p>Grundlagen der komplexen Zahlen</p> <p>Algebraische Gleichungen (bis Ordnung 3)</p> <p>Gewöhnliche DGL erster Ordnung</p> <p>Lineare gewöhnliche DGL höherer Ordnung</p> <p>Vektoralgebra</p>                                                                     |

|                                                |                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <p>Eindimensionale Funktionen und Kurven</p> <p>Grenzwerte, Folgen und Reihen</p> <p>Differenzial- und Integralrechnung eindimensionaler Funktionen</p> <p>Taylorreihen</p>                              |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 120 Min.                                                                                                                                                                            |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | Lösung von Übungsaufgaben: Die erfolgreiche Bearbeitung von mindestens 2/3 der angebotenen Übungsblätter gilt als Zulassungsvoraussetzung für die schriftliche Prüfung                                   |
| Medienformen                                   | <p>Tafel, Beamer, Visualizer, Moodle-Plattform</p> <p>Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben</p>                                                                                     |
| Literatur                                      | <p>Meyberg/Vachenauer, Vorlesungen über Differential- und Integralrechnung, Bd. 1, Springer Verlag</p> <p>Papula, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Bd. 1 und 2, Vieweg &amp; Sohn</p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Mathematik 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Kürzel                            | Mth 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Lehrform / SWS                    | 4 SWS, Seminaristischer Unterricht, 2 SWS Übungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Leistungspunkte                   | 6 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 90 h, Selbststudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Fachsemester                      | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Bernd Hüttl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Bernd Hüttl, Dr. Klaus Horbaschek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Nutzung in anderen Studiengängen  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Mathematik 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p><b>Fachliche Kompetenzen:</b></p> <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende mathematische Denkweisen, Begriffe und Techniken anwenden,</li> <li>• Technische Problemstellungen mathematisch erfassen, formulieren und lösen,</li> <li>• Skalar- und Vektorfelder im Kontext des Fachgebietes Elektrotechnik verstehen, darstellen, mathematisch analysieren und relevanten Differential- und Integraloperationen unterziehen,</li> <li>• Partielle Differenzialgleichungen erster und zweiter Ordnung aufstellen und lösen.</li> </ul> |
| Lehrinhalte                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Skalare Funktionen mehrerer Veränderlicher:</b><br/>Darstellung und Analyse (Stetigkeit und Extrema), Berechnung von Grenzwerten, Anwendung von Differentiations- und Integraloperationen</li> <li>• <b>Vektorfelder zwei- und dreidimensionaler Räume:</b><br/>Einführung, Darstellung und Analyse von Kurven, Flächen, Vektorfeldern im Vergleich zu Skalarfeldern, Einführung und</li> </ul>                                                                                                                                                                  |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <p>Anwendung von Differentialoperatoren, Einführung und Anwendung von Kurven- und Oberflächenintegralen, Formulierung und Lösung mathematischer Probleme der Elektro- und Magnetostatik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Partielle Differenzialgleichungen:</b></li> </ul> <p>Allgemeine Einführung von partiellen Differenzialgleichungen erster und zweiter Ordnung und Lösung am Beispiel der Wellengleichung</p> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | Lösung von Übungsaufgaben: Die erfolgreiche Bearbeitung von mindestens 2/3 der angebotenen Übungsblätter gilt als Zulassungsvoraussetzung für die schriftliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Medienformen                                   | <p>Tafel, Beamer, Visualizer, Moodle-Plattform</p> <p>Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Literatur                                      | <p>Papula: Mathematik für Ingenieure, Bände 2 und 3</p> <p>Meyberg/Vachenauer: Höhere Mathematik Bände 1 und 2</p> <p>Stingl: Mathematik für Fachhochschulen</p>                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Mathematik 3</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Kürzel                            | Mth3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Leistungspunkte                   | 4 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 60h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Fachsemester                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Methoden und Kompetenzen der Mathematik 1 und 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Anwendung der Fourier-reihen, der Fourier-, Laplace und z-Transformation zur Behandlung von Differenzengleichungen und Differentialgleichungssystemen,</p> <p>Kenntnis von Grundlagen der Stochastik, Anwendung grundlegender Wahrscheinlichkeits-Verteilungen</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Lehrinhalte                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fourier-Reihe und Fourier-Transformation</b><br/>Approximation periodischer Funktionen, Darstellungsformen, Rechenregeln, Konvergenzverhalten von Fourier-Reihen, Anwendungen wie lineare Differentialgleichungen usw. Fourierintegral und ausgewählte Themen der Fourier-Transformation. Anwendung der diskreten Fourier-Transformation.</li> <li>• <b>Laplace-Transformation</b><br/>Eigenschaften des Integral-Operators und Berechnungskonzepte für Transformationen vom Original- in Bildraum und zurück. Verallgemeinerte Funktionen und deren Ableitungen (Sprung- und Delta-Funktion),. Anwendung des Laplace-Operator auf Aufgabenstellungen der Differentiation und Integration, Eigenschaften und Transformationsregeln, Anwendung auf gewöhnliche</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <p>Differentialgleichungen höherer Ordnung; Anwendungen wie lineare Differentialgleichungen, RCL-Bildnetzwerke; Übertragungsverhalten von LTI-Systemen usw., Differentialgleichungssysteme und deren Transformation.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Diskrete Fourier Transformation</b></li> </ul> <p>Eigenschaften der DFT: Reihen bzw. Folgen, Differenzengleichungen, Trigonometrische und Komplexe Lösungsmethoden, Stabilität, Spiegelfrequenzen, Leakage, Grundfrequenzen, Fensterfunktionen, Anwendung der DFT</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>z-Transformation</b></li> </ul> <p>Eigenschaften der z-Transformation: Übertragungsfunktion, Berechnung von Einschwingvorgängen zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Systeme, Stabilität von Abtastsystemen, Anwendung der z-Transformation auf Differenzengleichungen</p> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Teilprüfung 90 Min.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Medienformen:                                  | <p>Tafel</p> <p>Overhead-Projektor</p> <p>PC</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Literatur:                                     | <p>z.B. L. Papula: Mathematik für Ingenieure. Vieweg + Teubner (div. Auflagen)</p> <p>Burg, K.: Höhere Mathematik für Ingenieure; Bd. 3. Vieweg+Teubner, 2009</p> <p>Butz, T.: Fourier-Transformation für Fußgänger. Vieweg+Teubner, 2009</p> <p>Oppenheim, A.V., Willsky: Signale und Systeme. VCH, 1992</p> <p>Bosch, K.: Elementare Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung. Vieweg+Teubner, 2010</p> <p>Henze, N.: Stochastik für Einsteiger. Vieweg+Teubner, 2010</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Mathematische Anwendungssoftware</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Kürzel                            | AnSw                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht / Übung 2 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Leistungspunkte                   | 2 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 30h, Selbststudium: 30h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Fachsemester                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Dozent(in)                        | Dr. Anton Glotov                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Sprache                           | englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EN und EL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Mathematik 1 und 2, Programmieren 1 und 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sollen die Programmiersprache Matlab (Simulink) als Werkzeug zur Lösung von Ingenieuraufgaben aus der Systemtheorie, der digitalen Signalverarbeitung und der Regelungs- und Automatisierungstechnik einsetzen können.</li> <li>Nach dem Modul beherrschen die Studierenden die wesentlichen praktischen Grundlagen und Methoden zur Modellierung und Simulation linearer und nichtlinearer Systeme und sind in der Lage diese auf praktische Anwendungsbeispiele zu überführen.</li> <li>Die Studierenden können wesentliche Methoden der Signalanalyse programmieren und auf Beispieldatensätze Anwenden.</li> </ul> |
| Lehrinhalte                       | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Einführung Matlab</b><br/>Matlab-Syntax, häufig benötigte Befehle, Rechnen mit Vektoren und Matrizen, Programmieren von Scripts und Functions, Graphische Darstellung (2D- und 3D-plots).</li> <li><b>Simulation dynamischer Systeme mit Simulink</b><br/>Systematik zur Modellermittlung für elektrische und einfache mechanische Systeme. Formulierung klassischer</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <p>Modellprobleme der Ingenieurspraxis (Wärmeübertragung, Strukturmeechanik, Antriebsregelung...) und deren Lösung mit geeigneten Simulationstechniken. Einführung in den modelbasierten Reglerentwurf.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Signalverarbeitung</b></li> </ul> <p>Methoden der Signalverarbeitung und -analyse:<br/>Messwertverarbeitung, RMS - Effektivwert, Mittelwert, Median, Standardabweichung, Schiefe, Wölbung, diskrete Fourier-Transformation, Total Harmonic Distorsion, Crest-Faktor, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Übung:</b></li> </ul> <p>An typischen Applikationsbeispielen der Mechatronik, Elektrotechnik, Thermodynamik etc. wird die Entwicklungssystematik und der Umgang mit Matlab/Simulink vermittelt. Die Studierenden können Signale verarbeiten, analysieren und Regelungskreise systematisch mit Matlab/Simulink entwerfen, beurteilen und realisieren.</p> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | praktischer Leistungsnachweis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Medienformen:                                  | Software/Programmiersprache Matlab/Simulink und Octave, Beamer und Tafel/Whiteboard, elektronisches Skript und Arbeitsunterlagen, praktische Übungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Literatur:                                     | Nollau, R.,: Modellierung und Simulation technischer Systeme, Springer-Verlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Mikrocomputertechnik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Kürzel                            | MCT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Lehrform / SWS                    | 4 SWS:<br>– Seminaristischer Unterricht (2 SWS)<br>– Übung (1 SWS) und Praktikum (1 SWS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Fachsemester                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Markus Hager                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Markus Hager                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | IF, AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 1 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Programmieren 1 und 2, Technische Informatik, Digitaltechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p><b>Fachkompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden erlangen fundiertes fachliches <b>Grundlagenwissen</b> ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in der Anwendung von <b>Embedded Systemen</b> im industriellen Bereich: Sie erkennen die Abgrenzung zu klassischen Rechnersystemen und die Notwendigkeit von Embedded Systemen.</li> <li>- im Aufbau und von Eingebetteten Systemen: Sie erkennen die Strukturen von Hard- und Softwarekomponenten moderner Mikrocomputersystemen und Mikrocontrollern und können die Eigenschaften beurteilen.</li> </ul> <p>Die Studierenden erlernen und üben die <b>Anwendung</b> von Mikrocontrollern, insbesondere ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in der <b>Softwareentwicklung für Mikrocontroller</b>: Sie können gegebene Anforderungen in eine maschinennahe Programmierung (Assembler) umsetzen.</li> </ul> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Sie können Peripherieeinheiten des Mikrocontrollers in Betrieb nehmen und konfigurieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in der Analyse und Umsetzung von <b>Realzeiteigenschaften</b>: Sie können asynchrone Ereignisse (Interrupts) erkennen und programmieren; typische Ein- und Ausgabegeräte als Reaktion ansteuern.</li> <li>- die Verwendung moderner <b>Entwicklungs- und Debugging Werkzeuge</b>: Sie kennen den Softwareentwicklungsprozess und können ein Softwarekonzept im Mikrocontroller umsetzen (Assembler/Compiler, Linker, IDE).</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <p>Die Studierenden erlangen durch die Durchführung kleinerer SW-Projekte im Labor ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Strategien zur <b>Problemlösung</b>: Sie können komplexe Sachverhalte einfach darstellen. Sie können Anforderungen analysieren und in eine technische Realisierung umsetzen (Top-Down-Denken).</li> <li>- Methoden der <b>Fehlersuche</b>: Sie können systematisch mit modernen Werkzeugen (Debugger, Oszi, Logikanalysator) Fehler im Quellcode erkennen und beheben.</li> <li>- Bewertung der <b>Software-Qualität</b>: Sie erkennen die Notwendigkeit strukturierter und dokumentierter Softwareerstellung. Sie können verständlichen Code erstellen und kennen typische Modelle zur Beschreibung von Software (Flussdiagramm, Sequenzdiagramm, Zustandsdiagramm).</li> <li>- die Befähigung zur <b>selbständigen Aneignung und Anwendung</b> (wissenschaftlicher) Erkenntnisse: Sie können einschlägige (englischsprachige) Literatur, insbesondere Datenblätter und Manuals lesen und verstehen.</li> </ul> <p><b>Persönliche Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden erlangen Sozial- und Selbstkompetenz durch ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die <b>teamorientierte Projektarbeit</b>: Sie können im Team Aufgabenstellungen im Umfeld eingebetteter Systeme entwickeln und implementieren.</li> <li>- <b>persönliches Zeitmanagement</b>: Sie können sich im Rahmen der Vor- und Nachbereitung der Seminare, der Praktika und der Prüfung Ihre persönliche Arbeitsweise strukturieren und optimieren.</li> </ul> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lehrinhalte                                    | <p>Einführung: Begriffserklärung und Definitionen, Abgrenzung und Anforderungen von Eingebetteten Systemen, Anwendung von Mikrocontrollern</p> <p>Rechnerarchitektur: Aufbau und Komponenten eines Mikrocontrollers (ARM-basiert), Hardware-Abstraktion (Programmiermodell), Befehlsverarbeitung, Funktionsweise des Rechnerkerns und der Peripherie, Speicherorganisation, Stack, Registersatz, Interruptverarbeitung</p> <p>Einführung in die Assemblerprogrammierung: Aufbau Assembleranweisung, Befehlssatz, Befehlsgruppen (Arithmetische Befehle, Logikbefehle, Sprungbefehle, ...), Adressierungsarten, Rechnerarithmetik und Zahlensysteme, Elementare Programmstrukturen (Schleifen, Unterprogramme, Verzweigungen), Echtzeitverhalten (synchrones und asynchrones Software-Design/Interrupts), Hochsprachenbezug (Embedded-C, Compiler)</p> <p>Peripherie eines Mikrocontrollers: Digitale Ein-/Ausgabe, Interrupts, Timer und Zähler, serielle Schnittstellen (UART, Bussysteme, Zugriffsverfahren), analoge Signale und Wandlung, externe Speicherschnittstellen</p> <p>Beispielprojekte / Praktischer Einsatz (Labor): Verwendung moderner Entwicklungswerkzeuge (IDE, Debugger); Konfiguration eines aktuellen praxisorientierten Systems aus vorgefertigten Hardwarekomponenten; Anwendung der hardwarenahen (Assembler-) Programmierung für eine komplexe Anwendung unter Einsatz verschiedener Hardwarekomponenten (jährlich wechselnd): (z.B. Keyboards, LCD-Displays, GPS- Empfänger, RFID-Devices, Bluetooth-Transmitter, Messwandler, Schrittmotor-Ansteuerung, DCF-Empfänger, Druckwerk-Ansteuerung)</p> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min. und prStA (Projekte und Testate)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Medienformen                                   | Beamer / Präsentationsfolien, Vorlesungsskript, Übungsblätter mit Lösungen, Praktische Übungen am Rechner / Labor, Moodle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Literatur                                      | <p>Helmut Bähring, „Anwendungsorientierte Mikroprozessoren – Mikrocontroller und Signalprozessoren“, 3. Auflage, Springer, 2010</p> <p>T. Flik, H. Liebig, „Mikroprozessortechnik und Rechnerstrukturen“, Springer, 2005</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>U. Brinkschulte, T. Ungerer „Mikrocontroller und Mikroprozessoren“, Springer, 2007</p> <p>K. Wüst, „Mikroprozessortechnik“, Vieweg+Teubner, 2011</p> <p>W. Stallings, „Computer Organization and Architecture“, Pearson, 2016</p> <p>Joseph Yiu, „The Definitive Guide to ARM Cortex-M3 and Cortex-M4 Processors“, Newnes, 3rd Edition 2013, ISBN-13: 978-0124080829</p> <p>Jonathan M. Valvano, „Embedded Systems: Introduction to ARM Cortex-M Microcontrollers“, CreateSpace Independent Publishing, 2nd Ed. 2012, ISBN-13: 978-1477508992</p> <p>NXP, UserManual LPC178x/7x User manual, UM10470, Rev. 4.0 — 21 December 2016</p> <p>NXP, Product Data Sheet LPC178x/7x 32-bit ARM Cortex-M3 microcontroller, Rev. 5.5 — 26 April 2016</p> |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Physik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Kürzel                            | Ph                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Lehrform / SWS                    | 4 SWS, Seminaristischer Unterricht                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60 h, Selbststudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Fachsemester                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Bettina Friedel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Bettina Friedel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | EL, AU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Gemäß Vorrückensberechtigung nach SPO, §6 Abs. 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Mathematik 1 und 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p><b>Fachliche Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundgesetze der klassischen Mechanik und können sie anwenden</li> <li>• verstehen das Konzept des Welle-Teilchendualismus des Lichts und können die damit verbundenen Effekte in der Optik und bei Wechselwirkungen mit Materie einordnen und erklären</li> <li>• kennen die Grundprinzipien der Thermodynamik und Fluidmechanik und können diese auf praktische Beispiele anwenden</li> </ul> |
| Lehrinhalte                       | <p><b>Klassische Mechanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik/Dynamik von Massenpunkten</li> <li>• Impuls, Arbeit, Energie</li> <li>• Rotation und Mechanik starrer Körper</li> <li>• Mechanik deformierbarer Körper</li> </ul> <p><b>Schwingungen und Wellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• harmonische, gedämpfte, erzwungene Schwingungen</li> </ul>                                                                                                                    |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energietransport in Wellen</li> <li>• Wellengleichung</li> <li>• Superpositionsprinzip</li> <li>• Stehende Wellen, Resonanz</li> </ul> <p><b>Eigenschaften des Lichts</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welle-Teilchen Dualismus des Lichts</li> <li>• Licht als elektromagnetische Welle</li> <li>• Strahlungsgesetze</li> <li>• Wechselwirkung zwischen Licht und Materie</li> </ul> <p><b>Grundlagen der Strömungslehre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluide: Gase und Flüssigkeiten</li> <li>• Dichte, Druck</li> <li>• Pascal'sches Prinzip</li> <li>• Auftrieb, Archimedisches Prinzip</li> <li>• Fluide in Bewegung: Massenstrom, Kontinuitätsgleichung, Bernoulli'sches Gesetz, Viskosität</li> <li>• Strömung in Rohren – Poiseuille</li> </ul> <p><b>Grundlagen der Thermodynamik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atomtheorie der Materie – Definition der Temperatur</li> <li>• Kinetische Gastheorie</li> <li>• Ideales Gase – reale Gase</li> <li>• Die drei Hauptsätze der Thermodynamik</li> <li>• Wärmeübertragung</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Sonstige Leistungsnachweise                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Medienformen                                   | Tafel, Beamer, Visualizer, Moodle-Plattform                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Literatur                                      | D. Giancoli, <i>Physik</i> , Pearson, 2019<br>D. Meschede, <i>Gerthsen Physik</i> , Springer, 2015                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Programmieren 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Kürzel                            | Prg1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (2 SWS), PC-Übungen/Projektübungen (2 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Leistungspunkte                   | 4 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 60h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Fachsemester                      | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Christian Weindl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Christian Weindl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Fachlich-methodische Kompetenzen:</p> <p>Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Grundaufbau eines Computers und die prinzipielle Funktionsweise verstehen,</li> <li>• mit wichtigen Zahlensystemen umgehen und diese auch umrechnen</li> <li>• zentrale Begriffe der Informatik verwenden,</li> <li>• Aufgabenstellungen und programmiertechnische Lösungen im Feld der Elektrotechnik einordnen,</li> <li>• eigene, kleinere Programme zur Lösung textuell beschriebener Probleme mittels Algorithmen erstellen</li> <li>• Programme mit gut lesbaren und wartbaren Quelltext erstellen und pflegen</li> <li>• verschiedene Elemente zur Ablaufsteuerung eines Programmes nutzen und diese zur Lösung einsetzen</li> <li>• bekannte Algorithmen aus anderen Anwendungsgebieten verstehen und anwenden</li> <li>• Techniken zum Algorithmenentwurf verstehen und auf nichttriviale Probleme anwenden</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Algorithmenanalyse hinsichtlich Komplexität, Speicherbedarf, etc. grundlegend verstehen und anwenden</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aufgaben des Programmierens in der Elektrotechnik</li> <li>Aufbau und Funktionsweise eines Computers</li> <li>Zahlensysteme – Umgang mit Dualzahlen, Bits &amp; Bytes</li> <li>Funktionsweise von Interpreter, Compiler, Präprozessor</li> <li>Grundlegende Kenntnisse der imperativen Programmierung</li> <li>Ausgewählte Softwaretechniken – Style Guide</li> <li>Anwendung einer integrierten Entwicklungsumgebung (IDE)</li> <li>Zentrale Elemente der Programmiersprache C, Variablentypen, Deklaration &amp; Definition, Anweisungsblöcke, Schleifen, Bedingungen, Funktionen, Bibliotheken</li> <li>Debugging – Umgang mit Programmierfehlern</li> <li>Grundlagen der Booleschen Algebra</li> <li>Funktionsweise und Anwendung von Zeigern</li> <li>Dynamische Speicherverwaltung</li> <li>Algorithmen: z.B. Suchen, Sortieren, etc.</li> <li>Funktionsweise des Dateizugriffs in C</li> <li>Grundlagen der Anwendung von Datenstrukturen</li> <li>Gegenüberstellung: C und C++</li> <li>Einblick in objektorientierte Programmieretechniken</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Medienformen                                   | Beamer, Präsentationsfolien, Tafel, Whiteboard, Übungsaufgaben in elektronischer Form (teilweise mit Lösungen). Nutzung eines e-Learning-Systems. Teilweise Einsatz von Hardware in den Übungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Literatur                                      | <p>Ottmann/Widmayer: Algorithmen und Datenstrukturen, 5. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, 2012</p> <p>Saake/Sattler: Algorithmen und Datenstrukturen, dpunkt.verlag, 2014</p> <p>Robert C. Martin, „Clean Code“, Prentice Hall, 2009</p> <p>Collins-Sussman/Fitzpatrick/Pilato, Version Control with Subversion, <a href="http://svnbook.red-bean.com/index.de.html">http://svnbook.red-bean.com/index.de.html</a></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|  |                                                                    |
|--|--------------------------------------------------------------------|
|  | Weitere C- Literatur: Internet-Dokumente und Literatur im Lesesaal |
|--|--------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Programmieren 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Kürzel                            | Prg2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (2 SWS), PC-Übungen/Projektübungen (2 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Leistungspunkte                   | 4 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 60h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Fachsemester                      | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Jochen Merhof                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Jochen Merhof                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Programmieren 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Fachlich-methodische Kompetenzen:</p> <p>Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorithmen in C verstehen</li> <li>• Strukturen verstehen und verwenden</li> <li>• Zeiger verstehen und verwenden</li> <li>• Das Klassen- und Objekt-Konzept der objektorientierten Programmierung verstehen und anwenden (C++)</li> <li>• Algorithmen in C++ verstehen</li> <li>• Das Grundprinzip der Vererbung verstehen und anwenden</li> <li>• Im Rahmen der objektorientierten Programmierung dynamisch Speicher allokatieren/freigeben</li> <li>• Einfache objektorientierte Programme selbst entwickeln.</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansi C: Strukturen, Zeiger und Algorithmen</li> <li>• C++ als Erweiterung von Ansi C</li> <li>• Typen und Namensbereiche</li> <li>• Pointer-Arithmetik</li> <li>• Strukturen, verkettete Listen</li> <li>• Aus-/Eingabe-Befehle / File-Operationen</li> <li>• Klassen und Objekte (Grundlagen, Konstruktoren/Destruktoren, this-Zeiger)</li> <li>• Vererbung</li> <li>• Überladene Funktionen</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Teilprüfung 90 Min.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Medienformen                                   | Beamer, Präsentationsfolien, Tafel, Whiteboard, Übungsaufgaben in elektronischer Form (teilweise mit Lösungen). Nutzung eines e-Learning-Systems. Teilweise Einsatz von Hardware in den Übungen.                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Literatur                                      | <p>Stanley Lippman/Barbara Moo: C++ Primer, 5. Auflage, Addison Wesley, 2012</p> <p>Ottmann/Widmayer: Algorithmen und Datenstrukturen, 5. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag, 2012</p>                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Ringvorlesung Erneuerbare Energien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Kürzel                            | ENRV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Lehrform / SWS                    | SU / 2 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Leistungspunkte                   | 2 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 30h, Selbststudium: 30h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Fachsemester                      | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Michael Rossner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Bernd Hüttli; Prof. Dr. Michael Rossner;<br>Prof. Dr. Christian Weindl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | WiKu (Teilnehmerbegrenzt)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Zulassungsvoraussetzungen         | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | Die Teilnehmer lernen anhand von Vorlesungsbeiträgen und eigenständiger Projektarbeit Problematiken und Denkansätze im Bereich der Erneuerbaren Energien kennen. Sie entwickeln ein allgemeines Verständnis über Primärenergieketten, Energiewandlung und die Problematiken der Speicherung und Verteilung. Anhand ausgesuchter Beispiele, die sie in Gruppen bearbeiten, erlernen Sie erste Kalkulationsalgorithmen. Darüber hinaus erfolgt eine Sensibilisierung im Hinblick auf zu berücksichtigende ELSI ( <b>e</b> thical, <b>l</b> egal and <b>s</b> ocial issues)- und Nachhaltigkeitsaspekte bei der Entwicklung neuer Technologien und können letztere auf dieser Basis kritisch beurteilen. Sie können zu einem gegebenem Schwerpunktthema recherchieren und die Ergebnisse in einer Präsentation einem Fachpublikum vermitteln. |
| Lehrinhalte                       | In der Ringvorlesung werden wechselnde aktuelle Themen und Entwicklungen im Bereich der Erneuerbaren Energien in Form von Frontalunterricht und anschließenden Diskussionen vermittelt. Weiterhin werden ELSI- und Nachhaltigkeitsaspekte vermittelt und anhand historischer, aktueller und zukünftiger Entwicklungen diskutiert. In                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <p>diesem Kontext wird zusätzlich ein erster Einblick in die Schwerpunktthemen im Vertiefungsstudium gegeben. Im Vordergrund stehen dabei Aspekte der Energiegewinnung, Energie -Verteilung, Speicherung und Sektorenkopplung.</p> <p>Zusätzlich bearbeiten die Studierenden ein Miniaturprojekt in Form einer Gruppenarbeit in der sie sich intensiver mit Fragestellungen aus diesem Bereich, auch in Form von eigenständigen Berechnungen, auseinandersetzen.</p> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Keine Note für EN/Note für interdisziplinäre Stud.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | Teilnahmeschein (Voraussetzung für Erlangung des Teilnahmescheins ist das erfolgreiche Halten eines Referats von ca. 10-15min Dauer und/oder die erfolgreiche Bearbeitung der Seminararbeit).                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Medienformen:                                  | Tafel/Whiteboard, Tablet und Beamer, elektronisch bereitgestellte Arbeitsunterlagen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Literatur:                                     | Veröffentlichungen und Medienbeiträge zum jeweiligen Thema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Schaltungstechnik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Kürzel                            | Schalt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht mit Übungen (3 SWS) und Praktikum (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Arbeitsaufwand                    | 60 h Präsenz 90 h Eigenarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Fachsemester                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Hans-Martin Tröger                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Alexander Stadler<br>Prof. Dr. Hans-Martin Tröger<br>Prof. Dr. Christian Weindl                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 1 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Gleich- und Wechselstromlehre + Elektrisches Feld, Magnetisches Feld und Induktion, Elektrische Bauelemente, Elektrische Messtechnik, Mathe 1                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Die Studierenden lernen die grundlegenden Anwendungen elektronischer Bauelemente in Verstärker- und Schalteranwendungen kennen.</p> <p>Sie lernen, aus einfachen Grundelementen größere elektronische Schaltungen zu synthetisieren und zu dimensionieren.</p> <p>Im Praktikumsteil erlernen sie die praktische Umsetzung, messtechnische Verifikation und Simulation der Schaltungen.</p> |
| Lehrinhalte                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenngrößen und Ersatzschaltungen von Dioden und Transistoren</li> <li>• Grundsaltungen der Halbleiterelektronik <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Spannungs- und Stromquellen</li> <li>○ Kleinsignalverstärker</li> <li>○ Gleichspannungsverstärker</li> </ul> </li> </ul>                                                                    |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Differenzverstärker mit bipolaren Transistoren und FETs</li> <li>• Leistungsverstärker und Leistungsschalter</li> <li>• Operationsverstärker und ihre Anwendungen</li> <li>• Lineare und getaktete Stromversorgungen</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung (90 min), praktischer Leistungsnachweis (4 Versuche mit Ausarbeitungen), Abschlussklausur Praktikum                                                                                                                                                 |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Medienformen:                                  | <p>Tafel, Overhead/Beamer</p> <p>Elektronisch und in Papierform bereitgestellte Arbeitsunterlagen und Übungsaufgaben, Versuchsanleitungen für den Praktikumsteil</p> <p>Freeware-Programme wie LTSpice, QucsStudio oder TI FilterPro</p>                                 |
| Literatur:                                     | <p>Tietze, Schenk, Gamm: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer-Vieweg, 16. Auflage 2019</p> <p>Horowitz-Hill: The Art of Electronics, Cambridge University Press, 3. Auflage 2015</p> <p>Robert A. Pease: Troubleshooting Analog Circuits, Newnes 1993</p>              |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Signale und Systeme</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Kürzel                            | SuS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Übung (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Leistungspunkte                   | 4 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 60h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Fachsemester                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Matthias Mörz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Matthias Mörz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundlagen der Elektrotechnik, elektronische Bauelemente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundlegenden Eigenschaften von Signalen und Systemen erklären und beurteilen</li> <li>• lineare zeitinvariante (LTI) Systeme in ihrer zeitkontinuierlichen Darstellung beschreiben und berechnen (lineare Differentialgleichungen, Faltungsoperation, Faltungsintegral)</li> <li>• kontinuierliche LTI-System im Frequenzbereich beschreiben und berechnen (Fourier-Transformation)</li> <li>• kontinuierliche LTI-System im Bildbereich beschreiben und berechnen (Laplace-Transformation)</li> <li>• die Abtastoperation mit ihrer Bedeutung im Zeit- und Frequenzbereich erklären</li> <li>• Lineare zeitinvariante (LTI) Systeme in ihrer zeitdiskreten Darstellung beschreiben und berechnen (z-Transformation)</li> </ul> |
| Lehrinhalte                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übergang zu normierten Signalen</li> <li>• zeitkontinuierliche Elementarsignale</li> <li>• lineare zeitinvariante (LTI) Systeme – zeitkontinuierlich</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systembeschreibung mit linearen Differentialgleichungen</li> <li>• Impuls-, Sprung- und Rampenantwort von LTI-Systemen</li> <li>• Faltungsoperation</li> <li>• Systembeschreibung mit Hilfe der Laplace-Transformierten</li> <li>• Übertragungsfunktion</li> <li>• Blockschaltbildalgebra</li> <li>• Frequenzgang und Bodediagramm</li> <li>• Frequenzgänge elementarer Systeme (P, I, D, PT1, PD, DT1)</li> <li>• Abtastung (Zeit- und Frequenzbereich)</li> <li>• lineare zeitinvariante (LTI) Systeme – zeitdiskret</li> <li>• elementare (zeitdiskrete) Signalfolgen</li> <li>• Sprung- und Impulsantwort</li> <li>• Zeitdiskrete Faltung</li> <li>• Z-Transformation</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Medienformen:                                  | Beamer, Präsentationsfolien, Tafel/Whiteboard, Veranstaltungsunterlagen in elektronischer Form, Nutzung eines e-Learning-Systems, mathematische Anwendungssoftware                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Literatur:                                     | Scheithauer, Rainer: Signale und Systeme, Teubner-Verlag<br>Werner, Martin: Signale und Systeme, Vieweg+Teubner-Verlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Technische Informatik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Kürzel                            | TI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Übung (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Leistungspunkte                   | 4 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 60h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Fachsemester                      | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Bettina Friedel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Bettina Friedel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschiedene Zahlensysteme verwenden und ineinander umrechnen</li> <li>• Arithmetische Operationen im Dualsystem durchführen</li> <li>• sicher mit logischen Verknüpfungen und den Rechen- und Vereinfachungsregeln der Schaltalgebra umgehen</li> <li>• Logikschaltungen analysieren</li> <li>• logische Verknüpfungen mit dem Karnaugh-Veitch-Diagramm und nach Quine &amp; McCluskey vereinfachen</li> <li>• Logikschaltungen selbst entwickeln und aufbauen</li> <li>• die wesentlichen Unterschiede bei der Verwendung unterschiedlicher Schaltkreisfamilien bei der Schaltungsrealisierung erklären und beim Schaltungsaufbau berücksichtigen</li> <li>• einfache Rechenschaltungen aufbauen und beurteilen</li> <li>• zeitabhängige binäre Schaltungen analysieren und aufbauen (Zähler, Frequenzteiler)</li> </ul> |
| Lehrinhalte                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Codierung und Zahlensysteme</li> <li>• Boolesche Algebra, Schaltalgebra</li> <li>• Normalformen (DNF, KNF)</li> <li>• Minimieren mit Hilfe der Schaltalgebra</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von Logikschaltungen mit verschiedenen Schaltkreisfamilien</li> <li>• Verhalten logischer Gatter</li> <li>• Minimierung von Schaltnetzen mit Karnaugh-Veitch / KV-Diagramm, Quine McCluskey</li> <li>• Struktur- und Funktions-Hazards</li> <li>• Schaltungsanalyse und Schaltungssynthese</li> <li>• Asynchrone Schaltwerke und Flipflops</li> <li>• Synchrone Schaltwerke, Moore und Mealy</li> <li>• Multiplexer und Code-Umsetzer</li> <li>• Digitale Zähler (asynchron und synchron) und Frequenzteiler</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Medienformen:                                  | Beamer, Präsentationsfolien, Tafel/Whiteboard, Veranstaltungsunterlagen in elektronischer Form, Nutzung eines e-Learning-Systems, Berechnungs- und Simulationsprogramme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Literatur:                                     | <p>Fricke, Klaus: Digitaltechnik – Lehr- und Übungsbuch für Elektrotechniker und Informatiker, 8. Auflage, Springer-Verlag, 2018</p> <p>Beuth, Klaus: Digitaltechnik – Elektronik 4, 14. Auflage Vogel-Verlag, 2019</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## 2. Praktisches Studiensemester

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                               | <b>Praxisbegleitende Lehrveranstaltung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Kürzel                                         | PxLv                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lehrform / SWS                                 | Sem. Unterricht, Praktikum, Projektarbeit / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Leistungspunkte                                | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Arbeitsaufwand                                 | Präsenzzeit 60h, Selbststudium 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Fachsemester                                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Angebotsturnus                                 | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Dauer des Moduls                               | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Modulverantwortliche(r)                        | Prof Dr. Matthias Mörz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Dozent(in)                                     | Wechselnde Dozenten und Lehrbeauftragte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Sprache                                        | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Nutzung in anderen Studiengängen               | AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Zulassungsvoraussetzungen                      | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Inhaltliche Voraussetzungen                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen und reflektieren ausgewählte Themengebiete mit besonderer Relevanz für die Aufgabenstellungen im Praxissemester.</li> <li>• Sie entwickeln und vervollkommen Techniken, Fähigkeiten und Softskills mit hoher Relevanz für eine Tätigkeit im Unternehmen.</li> <li>• Sie pflegen den Erfahrungsaustausch mit Berufskollegen und erkennen den Nutzen von Netzwerken.</li> </ul> |
| Lehrinhalte                                    | Nach Festlegung im Studien- und Prüfungsplan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | Praktische Leistungsnachweise und Teilnahmenachweise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Medienformen:                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Literatur:                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                               | <b>Praxisseminar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Kürzel                                         | Pxsem                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Lehrform / SWS                                 | Seminar / 2 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Leistungspunkte                                | 2 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Arbeitsaufwand                                 | Präsenzzeit: 30h, Selbststudium: 30h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Fachsemester                                   | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Modulverantwortliche(r)                        | Prof. Dr. Matthias Mörz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Dozent(in)                                     | Prof. Dr. Matthias Mörz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Sprache                                        | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Nutzung in anderen Studiengängen               | AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Zulassungsvoraussetzungen                      | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Inhaltliche Voraussetzungen                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, eine ihrem Studienfachgebiet entsprechende, selbst bearbeitete Aufgabenstellung schriftlich und mündlich in angemessener Form darzustellen.</li> <li>• Sie kennen grundlegende Regeln zum Verfassen wissenschaftlicher Arbeiten und können diese selbständig anwenden.</li> <li>• Sie entwickeln ihre Fähigkeit zur Präsentation fachspezifischer Inhalte vor einem fachkundigen Auditorium weiter.</li> </ul> |
| Lehrinhalte                                    | Abhängig von den im Praxissemester bearbeiteten Aufgabenstellungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | Schriftlicher Praxisbericht (ca. 20 Seiten), mündliche, mediengestützte Präsentation (ca. 15 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Medienformen:                                  | Beamer / ggf. Tafel oder Whiteboard                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Literatur:                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

### 3. Vertiefungsstudium

#### 3.1 Pflichtmodule

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Elektrische Antriebs- und Stromrichtertechnik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Kürzel                            | EAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (2 SWS), Übung (1 SWS),<br>Praktikum (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Fachsemester                      | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Omid Forati Kashani                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Omid Forati Kashani                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EN, EL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Vorkenntnisse über Aufbau, Wirkungsweise und diverse Kennlinien der Gleichstrom-, Asynchron- und Synchronmaschinen aus dem Fach „Elektrische Antriebe und Netze“                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Die Studierenden können die Lösungswege in der Antriebstechnik anwenden und die Wirkungsweise der Stromrichtertopologien als Gleichrichter, Wechselrichter und Gleichstromsteller für die Gleichstrom- sowie Drehstromsysteme erklären. Sie sind in der Lage, antriebstechnische Aufgabestellungen in Theorie und Praxis zu analysieren, zu lösen und das Verhalten der Antriebe mit den oben genannten Komponenten vorauszuberechnen.</p> <p>Die Studierenden verstehen die Grundlagen der Regelung elektrischer Antriebe und die dazugehörigen Randbedingungen und sind in der Lage, die prinzipiellen und grundlegenden Methoden anzuwenden.</p> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Grundlagen (translatorische und rotatorische Bewegung, Drehzahlwandler (Getriebe), stationärer Betrieb eines Antriebs, Stabilitätsbedingung eines Arbeitspunktes)</li> <li>• Antriebe mit Gleichstrommaschine (Rückblick über die Arten der GM, Betriebsverhalten der GM, Dynamischer Betrieb der GM)</li> <li>• Antriebe mit Drehfeldmaschinen (Rückblick über die Asynchron- und Synchronmaschine, Betriebsverhalten und Steuerung der ASM und SM)</li> <li>• Sondermaschinen (Wirkungsweise des Servomotors, des Schrittmotors, der geschalteten Reluktanzmaschine, der bürstenlosen Gleichstrommaschine und des Linearmotors)</li> <li>• Netzgeführte Stromrichter (Zweipulsbrückenschaltung, B6-Schaltung und 12-Puls Stromrichter)</li> <li>• Selbstgeführte Stromrichter (Funktionsweise und Steuerung von Gleichstromsteller, Funktionsweise und Steuerung der Spannungszwischenkreisumrichter auf der Netz- und Maschinenseite, Pulsweitenmodulation, Funktionsweise und Steuerung von Stromzwischenkreisumrichter)</li> <li>• Grundlagen der Regelung elektrischer Antriebe (Drehzahl- und Drehmomentregelung der Gleichstrom-Antriebe, Zweiachsentheorie der Drehstrommaschinen und Raumzeiger, Regelung der Drehstrommaschinen im rotierenden Koordinatensystem, Regelung der netzseitigen Umrichter, Raumzeigermodulation.</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktische Studienarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Medienformen:                                  | Tafel, Overhead/Beamer / Visualizer / Whiteboard<br>Elektronisch bereitgestellte Arbeitsunterlagen und Übungsaufgaben, praktische Übungen am Prüfstand im Labor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Literatur:                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hans-Christoph Skudelny, Elektrische Antriebe, Verlag der Augustinus Buchhandlung, 1997</li> <li>- Hans-Christoph Skudelny, Stromrichtertechnik, Verlag der Augustinus Buchhandlung, 1997</li> <li>- Helmut Späth, Elektrische Maschinen und Stromrichter, Verlag Braun Karlsruhe, 1991</li> <li>- Rolf Fischer, Elektrische Maschinen, Karl Hanser Verlag München, 2011</li> <li>- Johannes Teigelkötter, Energieeffiziente elektrische Antriebe, Springer Verlag, 2013</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Elektrische Energieverteilung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Kürzel                            | EEv                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| empfohlenes Fachsemester          | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Michael Rossner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Michael Rossner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Nutzung in anderen Studiengängen  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Vorlesungsinhalte des Grundstudiums insbesondere Grundlagen der Elektrotechnik, Mathematik und Physik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kenntnisse über die Struktur der Energieerzeugung und –Verteilung in Deutschland und Mitteleuropa unter besonderer Berücksichtigung der Erneuerbaren Energieträger und deren Potenziale.</li> <li>- Kenntnisse über die Randbedingungen und Einflussgrößen der Preisgestaltung auf dem Strommarkt, wobei Strategien des Ausgleichs der starken Volatilität der Erneuerbaren Energieträger im Vordergrund stehen.</li> <li>- Es können selbstständig die Rentabilität von Investitionen, insbesondere nach linearem und annuistischen Ansatz, beurteilt werden.</li> <li>- Der Dampfkraftwerkskreislauf kann thermodynamisch berechnet werden, Komponenten des Kraftwerks sind verstanden. Insbesondere werden Dampfkraftprozesse in Verbindung mit solarthermischen Großkraftwerken und Latent Wärmespeichern berücksichtigt</li> <li>- Grundlegende Dimensionierungskriterien von Transformatoren, Synchrongeneratoren und Schaltern können eigenständig angewandt werden. Bei Schaltern stehen die Erfordernisse der DC –</li> </ul> |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p>Thematik, wie bei HGÜ-Trassen erforderlich im Fokus.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundzüge der Spannungs- und Frequenzhaltung im Höchstspannungsnetz können exemplarisch angewandt werden. Hierbei werden besonders die Erfordernisse fehlender Schwungmassen bei PV, die Auswirkungen starker Einspeiseschwankungen durch Erneuerbare Energien und deren Blindleistungsbedarf zur Spannungshaltung berücksichtigt.</li> <li>- Die Leitungsgleichungen können zur Berechnung von Spannungs- und Stromverteilungen auf Leitungen angewendet werden.</li> <li>- Auf die Erfordernisse eines kombinierten AC-DC Netzes im Höchstspannungsbereich zur Verteilung der Erneuerbaren Energien wird schwerpunktmäßig eingegangen</li> <li>- Es können generatornahe und-ferne symmetrische Kurzschlussströme berechnet werden.</li> <li>- Die Berechnung von unsymmetrischen Kurzschlüssen mittels der symmetrischen Komponenten kann an einfachen Beispielen angewendet werden.</li> <li>- Die Grundzüge der Sicherungseinstellungen (Differenzial- Admitanz- und Distanzschutz) sind verstanden. Insbesondere werden die Erfordernisse der bidirektionalen Einspeisung (PV (dezentral)) erörtert</li> <li>- Einfache Beispiele der Lastflussrechnung können berechnet werden.</li> </ul> |
| Lehrinhalte | <p>Seminaristischer Unterricht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur der Energieversorgung Deutschland und Mitteleuropa unter Berücksichtigung der Ausbaupotenziale Erneuerbarer Energien und der damit verbundenen umstrukturierung des Stromnetzes (AC-DC)</li> <li>- Preisgestaltung und Strommarkt hinsichtlich stark volatiler Einspeisung aus Erneuerbaren Energien</li> <li>- Kostenrechnung</li> <li>- Dampfkraftprozess, Thermodynamik</li> <li>- Komponenten der Energieverteilung (Trafo, Generator Schalter, Schutz....)</li> <li>- Spannungs- und Frequenzhaltung, HGÜ</li> <li>- Leitungsgebundene Wellenausbreitung</li> <li>- Betriebsdiagramm Mittelspannungsleitung</li> <li>- Dimensionierung von Freileitungen und –kabeln</li> <li>- Symmetrischer Kurzschluss</li> <li>- Generatornahe Kurzschluss</li> <li>- Unsymmetrische Komponenten</li> <li>- Lastflussrechnung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schutzeinrichtungen</li> </ul> Praktikum: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Messungen an Leitungsmodellen<br/>220kV und 20kV Leitungsnachbildung</li> <li>- Kurzschlussversuch, Sicherungseinstellungen</li> <li>- Synchronisation (2- seitige Einspeisung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min.; Praktikumsberichte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Sonstige Leistungsnachweise                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Medienformen:                                  | Tafel, Beamer, Skript                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Literatur:                                     | <p>K. Heuk; K-D Dettmann, D. Schulz; Elektrische Energieversorgung; Springer-Verlag; 9. Aufl. 2013</p> <p>D. Oeding, B.R. Oswald; Elektrische Kraftwerke und Netze; Springer Verlag, 7. Aufl. 2004</p> <p>D. Nells; Ch. Tuttas; Elektrische Energietechnik; B.G. Teubner Stuttgart, 1998</p> <p>Hosemann; Boeck; Grundlagen der elektrischen Energietechnik; Springer-Verlag; 4. Aufl. 1990</p> <p>Wolfgang Schluff, Taschenbuch der „Elektrischen Energietechnik“ Hanser Verlag 2007</p> <p>U.Ungrad; W.Winkler; A.Wiszniewski; Schutztechnik in Elektroenergiesystemen; Springer-Verlag, 2.Aufl. 1994</p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Elektrische Energiespeicher</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Kürzel                            | EEs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (2 SWS), Übung integriert, Praktikum (2 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60 h, Selbststudium : 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Fachsemester                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Christian Weindl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Christian Weindl, Prof. Dr. Michael Rossner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL, EN und Informatik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundlagenwissen in der Elektrotechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Fachliche Kompetenzen</p> <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Grundlagen elektrischer Energiesysteme und zum netz- und marktbasierten Speicherbedarf verstehen</li> <li>• die Anwendungsmöglichkeiten und den Nutzen unterschiedlicher Speichersysteme einordnen</li> <li>• Berechnungen zum Speicherbedarf in der Stromversorgung durchführen</li> <li>• die Speicherpotentiale unterschiedlicher Speichersysteme analysieren, berechnen</li> <li>• die den Anforderungen entsprechenden technischen und wirtschaftlichen Auslegungskriterien von Energiespeichersystemen analysieren, bewerten und vergleichen</li> <li>• elektrochemische Vorgänge in Batteriespeichersystemen verstehen (Pb, NiCd, NiMh, NiZn, Li-Ion, LiPo, LiFePO<sub>4</sub>, ZnO, LiO, NaS, Redox-Flow)</li> <li>• die Einflussgrößen unterschiedlicher Zellchemien in Lithium-Ionen-Akkumulator verstehen</li> </ul> |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Messverfahren zum Lade- und Entladeverhalten verstehen und selbst durchführen</li> <li>• Verfahren zur Ermittlung des Ladezustands (SOC, state of charge) verstehen und anwenden</li> <li>• Verfahren Zustandsbeurteilung (SOH, state of health) chemischer Energiespeicher verstehen und anwenden</li> <li>• Verstehen der physikalischen Vorgänge und Wirkungsgrade bei der H2-Nutzung (Elektrolyseur-Brennstoffzellensysteme)</li> <li>• Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen durchführen und Amortisationsrechnungen nachvollziehen</li> </ul> <p>Methodenkompetenz</p> <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden die Eigenschaften unterschiedlicher elektrischer Energiespeicher einordnen, den Anforderungen entsprechende Energiespeicher auswählen und diese dimensionieren. Sie haben ein Verständnis über die Funktionsweise, den Betrieb und die Charakteristika verschiedener Arten von Energiespeichern entwickelt und sind in der Lage deren Einsatz nach wirtschaftlichen und Umweltgesichtspunkten zu beurteilen.</p> |
| Lehrinhalte | <p>Speicherbedarf und -potentiale zur Netzintegration Erneuerbarer Energien</p> <p>Technische und regulatorische Rahmenbedingungen für den Speichereinsatz – Erhöhung der Flexibilität und Resilienz – Netzdienstleistungen</p> <p>Eigenschaften, Kenngrößen und Zellchemie unterschiedlicher Energiespeicher (Pb, NiCd, NiMh, NiZn, Li-Ion, LiPo, LiFePO<sub>4</sub>, ZnO, LiO, NaS, Redox-Flow)</p> <p>Ableitung eines abstrakten Speichersmodells</p> <p>Hydraulische Speichersysteme</p> <p>Elektromechanische Speichersysteme</p> <p>Elektrostatische Speicher</p> <p>Elektrochemische Batteriespeicher</p> <p>Bewertungskriterien des Einsatzes von Energiespeichern</p> <p>Vergleich und Einsatzszenarien verschiedener Speichertechnologien</p> <p>Betrieb, Alterung und Wirtschaftlichkeit elektrischer Energiespeicher</p> <p>Wirkungsweisen von Elektrolyseur/Brennstoffzellensystemen</p> <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Messmethoden - Ermittlung der Zelleigenschaften von Batteriespeichern</li> </ul>                                                |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendung und Vergleich unterschiedlicher Ladeverfahren</li> <li>- Zustandsbestimmung des SOH (state of health) und SOC (state of charge)</li> <li>- Ableitung von Zellmodellen</li> <li>- Auslegung von Batteriesystemen</li> <li>- Thermo- Last und Feuchtigkeitsmanagement an einer H2-PEM Brennstoffzelle</li> <li>- U_I Kennlinien in H2-Brennstoffzellen</li> </ul> <p>Aufbau eines Batterieüberwachungs- und -Managementsystems</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktische Leistungsnachweise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Medienformen                                   | Tafel, Beamer, Whiteboard, Moodle-Plattform<br>Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Literatur                                      | <p>Michael Sterner, Ingo Stadler: „Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration“, Springer-Verlag, Erste Auflage 2014</p> <p>Eckard Fahlbusch (Herausg.): „Batterien als Energiespeicher“, Beuth Verlag GmbH Berlin Wien Zürich, Erste Auflage 2015</p> <p>Frank S. Barnes, Jonah G. Levine: “Large Energy Storage Systems Handbook“, CRC Press – Taylor and Francis Group 2011</p> <p>Erich Rummich: „Energiespeicher - Grundlagen, Komponenten, Systeme und Anwendungen“, expert-verlag, 2009</p> <p>Robert Schlögl: „Chemical Energy Storage“ Verlag Walter de Gruyter, 2013</p> <p>Chris Menictas, Maria Skyllas-Kazarcos, Tuti Mariana Lim: “Advances in Batteries for Medium- and Large-Scale Energy Storage“, Woodhead Publishing – Elsevier Ltd., Cambridge, 2015</p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Elektrische Energiewandlung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Kürzel                            | EEw                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung (3 SWS),<br>Praktikum (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Fachsemester                      | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr.-Ing. Alexander Stadler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr.-Ing. Alexander Stadler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Mathematik, Grundlagen der Elektrotechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Fachliche Kompetenzen:</p> <p>Nach dem Besuch der Veranstaltung kennen die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• leistungselektronische Grundsaltungen zur elektrischen Energiewandlung im Anwendungsbereich der Erneuerbaren Energien und können diese in ihren Grundlagen verstehen und erklären</li> <li>• aktuelle Leistungshalbleiter, deren Funktionsweise, wichtigste Eigenschaften und Anwendungsbereiche</li> <li>• die passiven Bauelemente und Komponenten der Leistungselektronik sowie deren Kenngrößen und parasitären Effekte. Sie sind in der Lage, die Bauelemente und Komponenten praxisgerecht zu dimensionieren</li> <li>• die fachspezifischen Grundlagen elektromagnetischer Felder und können diese sowohl zu Dimensionierungszwecken als auch zur Optimierung der elektromagnetischen Verträglichkeit der Schaltungen anwenden</li> </ul> |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• thermische Berechnungen und können diese gezielt zur Verbesserung des Wärmemanagements leistungselektronischer Baugruppen durchführen</li> <li>• die wichtigsten Anwendungen der elektrischen Energie-wandlung im Bereich der Erneuerbaren Energien</li> </ul> <p>Methodenkompetenzen:</p> <p>Mit dem Besuch der Veranstaltung können die Studierenden die interdisziplinären mathematischen und physikalischen Grundlagen gezielt zur Analyse und Optimierung leistungselektronischer Schaltungen im Bereich der Erneuerbaren Energien anwenden. Sie verstehen den Aufbau praktischer Schaltungen und sind in der Lage, die wesentlichen Funktionsparameter sowohl mit Hilfe der Simulation als auch anhand von Labormessungen zu bestimmen. Darüber hinaus können die Studierenden selbstständig in einschlägigen Quellen nach dem Stand der Technik einzelner Teilbereiche recherchieren und verstehen es, ihren Kommilitonen die wesentlichen Ergebnisse im Rahmen einer Kurzpräsentation vermitteln.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lehrinhalte | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung: Elektrische Energiewandlung durch Leistungselektronik (Anwendungsgebiete, Entwicklungsziele, Einteilung der Schaltungen, heute verfügbare Leistungshalbleiter, Anwendungsbeispiele)</li> <li>• Grundlagen und Definitionen (Kenngrößen von Strom- und Spannungssignalen, Zeigerdiagramme, komplexe Wechselstromrechnung, Fourier-Analyse, Wirk-, Schein- und Blindleistung, Leistungsfaktor)</li> <li>• Mehrphasensysteme (Leistungsbegriffe, das 3Phasen-Drehstromnetz, Grundsaltungen zur Wirkleistungs- und Blindleistungsmessung, digitale Leistungsmessung)</li> <li>• Leistungshalbleiter (Schaltverluste, Dioden, Thyristoren, Transistoren: MOSFET, Bipolar-Transistor und IGBT, abschaltbare Thyristoren: GTO und IGCT)</li> <li>• Topologien für verschiedene Anwendungsgebiete (transiente Schaltvorgänge, DC-DC Converter, PFC-Schaltungen, Sperrwandler, resonante Converter)</li> <li>• Einführung in die thermische Berechnung (Mechanismen der Wärmeübertragung, Wärmeleitung, natürliche Konvektion und Zwangskonvektion, Wärmestrahlung)</li> <li>• Passive Bauelemente und Komponenten (Leitungen, Kabel und Stromschienen, Leistungs- und Messwiderstände, Spulen, Transformatoren, Messwandler, Kondensatoren)</li> <li>• Elektromagnetische Verträglichkeit (leitungsgebundene Störungen, Funkentstörung leistungselektronischer Schaltungen)</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Anwendungen im Bereich der Erneuerbaren Energien (photovoltaische Anlagen, Windenergieanlagen, Elektromobilität, Elektro-Energiespeicherung, aktive Lastflusssteuerung und Blindleistungskompensation, Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung und Seminarvortrag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Medienformen:                                  | Tafel, Beamer, Whiteboard, gedrucktes Vorlesungsskript mit Übungsaufgaben, elektronisch bereitgestelltes Begleitmaterial, Seminarvorträge der Studierenden zu ausgewählten Themen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Literatur:                                     | <p>P. Denzel, Grundlagen der Übertragung elektrischer Energie, Springer-Verlag, 1966, ISBN-10: 3642869009</p> <p>K. Heuck, K.-D. Dettmann, D. Schulz, Elektrische Energieversorgung: Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie für Studium und Praxis, Verlag Springer Vieweg, 9. aktualisierte und korrigierte Auflage, 2013, ISBN-10: 383481699X</p> <p>R. Marenbach, D. Nelles, C. Tuttas, Elektrische Energietechnik: Grundlagen, Energieversorgung, Antriebe und Leistungs-elektronik, Verlag Springer Vieweg, 2013, ISBN-10: 3834817406</p> <p>U. Probst, Leistungselektronik für Bachelors: Grundlagen und praktische Anwendungen, Carl Hanser Verlag GmbH &amp; Co. KG, 2. aktualisierte und erweiterte Auflage, 2011, ISBN-10: 3446427341</p> <p>A. J. Schwab, Elektroenergiesysteme: Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie, Springer-Verlag, 1. Auflage, 2006, ISBN-10: 3540296646</p> <p>J. Specovius, Grundkurs Leistungselektronik: Bauelemente, Schaltungen und Systeme, Verlag Springer Vieweg, 7. aktualisierte und überarbeitete Auflage, 2015, ISBN-10: 3658033088</p> <p>F. Zach, Leistungselektronik: Ein Handbuch Band 1 / Band 2, Springer-Verlag, 4. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, 2010, ISBN-10: 3211892133</p> <p>A. Wintrich, U. Nicolai, W. Tursky, T. Reimann, Applikationshandbuch Leistungshalbleiter, SEMIKRON International GmbH, 2010, ISBN-10: 393884356X</p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Hochspannungstechnik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Kürzel                            | Hsp                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Fachsemester                      | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Michael Rossner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Michael Rossner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Ph, GE1, Mth 1 und 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Fachliche Kompetenzen</p> <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung von Durchschlagsspannungen in homogenen und leicht inhomogenen Anordnungen in Luft. Hierbei steht die Greengasoffensive (Ersatz des Klimaschädlichen SF6 durch Luft bei höherem Druck) im Vordergrund.</li> <li>• Kenntnisse über verschiedene Entladungsformen in inhomogenen Anordnungen</li> <li>• Kenntnisse über Durchschlagsmechanismen in Flüssigkeiten und Isolierstoffen. Schwerpunkt sind dabei die HD Polymere, die in den neuen HGÜ Kabeln (Südlink; Südostlink...) zur Anwendung kommen.</li> <li>• Berechnung an Hochspannungstransformatoren entsprechend den gängigen Ersatzschaltbildern unter Berücksichtigung von Mischspannungen hinter DC-Konvertern. (HGÜ Anbindung; Offshore)</li> <li>• Kenntnisse über Schaltungen zur Erzeugung hoher DC-Spannungen. (HGÜ Konverterstationen)</li> </ul> |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung und/oder Abschätzung von systematischen Messfehlern in der HV- Messtechnik</li> <li>• Auslegung, Bewertung und Durchführung von Stoßspannungsprüfungen.</li> <li>• Durchführung und Beurteilung von TE-Messungen.</li> <li>• TE-Diagnose bei Gleichspannung (HGÜ)</li> <li>• Messungen mit der Scheringbrücke</li> <li>• Berechnungen von Mehrfachreflexionen in verlustlosen Leitungen. (Einbindung von Erdkabeln in das Freileitungsnetz zur Akzeptanzerhöhung der benötigten Stromtrassen)</li> <li>• Einfache elektrische Felder selber berechnen und die Grundlagen numerischer Feldberechnung an kleinen Beispielen nachvollziehen.</li> </ul> <p>Methodenkompetenz</p> <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden Hochspannungsprüf- und Messaufbauten nach den gängigen Mess- und Prüfverfahren selbständig dimensionieren und entsprechende Messungen eigenständig durchführen. Sie haben ein Verständnis über die verschiedenen Entladungsformen entwickelt und können Durchschlagsspannungen in einfachen Geometrien berechnen.</p> |
| Lehrinhalte | <p>Erzeugung hoher Spannungen; Messung hoher Spannungen</p> <p>Mess- und Prüfverfahren in der Hochspannungstechnik</p> <p>Spezielle Erfordernisse der HV-DC Mess- und Prüftechnik</p> <p>Scheringbrücke (<math>C - \tan. \Delta</math>), Teilentladungsmesstechnik (AC + DC), Stoßspannungsprüfung und statistische Auswertungsmethoden, PDP Messtechnik</p> <p>Feldberechnung</p> <p>Durchschlagsmechanismen (Gase (auch SF6 Substitute, Luft bei hohem Druck), Flüssigkeiten, Festkörper)</p> <p>Anforderungen an HV - DC Technik</p> <p>Raumladungsbeschwertes Feld insbesondere bei HD-PE, das in HV-DC Kabeln benötigt wird. El. Strömungsfeld, Ersatzschaltbilder, Materialien</p> <p>Modellierung von DC Lichtbogen für DC Schalter</p> <p>Ausbreitung transienter Überspannungen</p> <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erzeugung und Messung hoher Wechselspannungen Scheitelwert/Spitzenwert; kap. Überspannungen</li> <li>- Stoßspannungen 1,2/50 und Statistik</li> </ul>                                                                                             |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gleichspannungserzeugung, Verdoppler, Entladungsformen in inhomogenen Anordnungen</li> <li>- TE Messung und Scheringbrücke</li> <li>- FEM Feldsimulation</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung (90 Minuten) und praktische Leistungsnachweise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Medienformen:                                  | Tafel, Beamer, Whiteboard, Moodle-Plattform<br>Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Literatur:                                     | <p>Andreas Küchler, „Hochspannungstechnik“, Springer Verlag 2009, dritte Auflage</p> <p>M. Beyer, W. Boeck, K. Möller, W. Zaengl, „Hochspannungstechnik, Theorie und praktische Grundlagen der Anwendung“, Springer Berlin Heidelberg New York, 1986</p> <p>G. Hilgarth, „Hochspannungstechnik“ B.G. Teubner Stuttgart, 2. Auflage 1992</p> <p>Adolf Schwab, Hochspannungsmesstechnik, Springer Verlag 2. ,überarbeitete Auflage 2011</p> <p>Wolfgang Schluff, Taschenbuch der „Elektrischen Energietechnik“ Hanser Verlag 2007</p> <p>D. Kind, K. Feser „Hochspannungsversuchstechnik“, Vieweg Verlag, 5. Auflage 1995</p> <p>D. Kind, H. Kärner, „Hochspannungsisolieretechnik“, Vieweg Verlag 1982</p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Intelligente Energiesysteme</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Kürzel                            | IEs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (2 SWS), Übung integriert, Praktikum (2 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Fachsemester                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Christian Weindl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Christian Weindl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL, EN und Informatik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundlagenwissen in der Elektrotechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Fachliche Kompetenzen</p> <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den grundlegenden Aufbau und Betrieb konventioneller elektrischer Energiesysteme beschreiben</li> <li>• die sich aus dem Wandel in der Energieversorgung resultierenden Anforderungen darlegen</li> <li>• zentrale Komponenten und Betriebsmittel intelligenter Energiesysteme beschreiben</li> <li>• den vernetzten Betrieb regenerativer Stromerzeuger (Smart Generation) verstehen</li> <li>• intelligente Energieverteilungssysteme und deren Funktionsweise beschreiben - Smart Distribution</li> <li>• Anforderungen und Einsatz der ressourcenschonenden Nutzung von Flexibilitäten darlegen</li> <li>• Anforderungen und Lösungen zur Integration der Elektromobilität (E-Mobility) darstellen</li> <li>• Simulationen der Netz- und Betriebsmittelauslastungen bei konventioneller und regenerativer Einspeisung durchführen und bewerten</li> </ul> |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösungen zur Spannungshaltung in Teilnetzen und Ausläuferleitungen entwickeln und analysieren</li> <li>• haben Kenntnisse zur Wirk- und Blindleistungsübertragung in elektrischen Netzen und zur Kompensation fluktuierender regenerativer Einspeiser</li> <li>• die betriebsbedingt erforderlichen Netzdienstleistungen und deren Bereitstellung durch intelligente Netze - Smart Grids beschreiben</li> <li>• Kenntnisse zu den unterschiedlichen Kommunikationsverfahren und -technologien</li> <li>• Einordnung regulatorischer Rahmenbedingungen und Anwendung auf Netzbetrieb und die Netzgestaltung</li> </ul> <p>Methodenkompetenz</p> <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden intelligente Energiesysteme und die Funktionsweise zentraler Komponenten verstehen und deren Betrieb analysieren. Sie haben ein Verständnis für die technischen, ökonomischen und rechtlichen Rahmenbedingungen entwickelt und kennen Lösungen, um die in intelligenten Netzen erforderlichen Kommunikationsaufgaben zum ressourcenschonenden Einsatz von Flexibilitäten und zur Integration der Elektromobilität sicherzustellen. Sie sind in der Lage grundlegende Simulationen zum Übertragungsverhalten elektrischer Energieversorgungsnetze durchzuführen und die Ergebnisse zu bewerten.</p> |
| Lehrinhalte | <p>Grundlegender Aufbau und Verbundbetrieb konventioneller elektrischer Energieversorgungsnetze</p> <p>Folgen des technischen und ökonomischen Wandels in der Energieversorgung und der Energiewende</p> <p>Betriebsmittel der elektrischen Energieversorgung und Komponenten intelligenter Netze</p> <p>Aufbau und Funktionsweise intelligenter Energiesysteme</p> <p>Schaffung und Ausnutzung von Flexibilitäten zur Erhöhung der Resilienz in erneuerbar gespeisten Netzen</p> <p>Integration der Elektromobilität (E-Mobility)</p> <p>Netz- und Betriebsmittelauslastung</p> <p>Spannungshaltung im Mittelspannungs- und Niederspannungsnetz</p> <p>Kommunikationsverfahren und -technologien im Smart Grid</p> <p>Rechtliche Rahmenbedingungen und marktwirtschaftliche Grundlagen</p> <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berechnung/Simulation konventioneller elektrischer Energiesysteme</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwicklung regenerativ geprägter Versorgungsszenarien</li> <li>- Analyse und Vergleich der Betriebsweise und Ausgleichsvorgänge innerhalb der Netzstrukturen</li> <li>- Entwicklung und Simulation von Verfahren zum Ausgleich volatiler Wirk- und Blindlastflüsse</li> </ul> <p>Untersuchung von alternativen Möglichkeiten der Zurverfügungstellung von Netzdienstleistungen</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktische Leistungsnachweise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Medienformen                                   | Tafel, Beamer, Whiteboard, Moodle-Plattform<br>Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Literatur                                      | <p>Bernd Michael Buchholz; Zbigniew Styczynski: „Smart Grids: Grundlagen und Technologien der elektrischen Netze der Zukunft“, VDE Verlag, 2014</p> <p>Elias Kyriakides; Siddharth Suryanarayanan; Vijay Vittal: “Electric Power Engineering Research and Education”, Chapter “Evolution of Smart Distribution Systems“, Springer Verlag, 2014</p> <p>James Momoh: “Smart Grid: Fundamentals of Design and Analysis“, Wiley-IEEE-Press, 2012</p> <p>Janaka Ekanayake; Nick Jenkins; Kithsiri Liyanage; Jianzhong Wu; Akihiko Yokoyama: “Smart Grid: Technology and Applications“, John Wiley &amp; Sons Publication, 1<sup>st</sup> Edition , 2012</p> <p>Gerhard Herold, „Elektrische Energieversorgung I“, J. Schlembach Fachverlag, 2. Auflage, 2005</p> <p>Gerhard Herold, „Elektrische Energieversorgung II“, J. Schlambach Fachverlag, 2. Auflage, 2008</p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Interdisziplinäre Schlüsselqualifikation</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Kürzel                            | InSQF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Lehrform / SWS                    | 2 SWS Seminaristischer Unterricht                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Leistungspunkte                   | 2 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 30 h, Selbststudium: 30 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Fachsemester                      | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Bernd Hüttl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Dozent(in)                        | WiKu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Sprache                           | Deutsch oder Fremdsprache (je nach individuell ausgewählter Schlüsselqualifikation)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Nutzung in anderen Studiengängen  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Gemäß Vorrückensberechtigung nach SPO, §6 Abs. 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Je nach individuell ausgewählter Schlüsselqualifikation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Das Modul „Interdisziplinäre Schlüsselqualifikationen“ folgt dem Leitbild unserer Hochschule, welches die Weiterentwicklung ethischer, gesellschaftlicher und persönlichkeitsbildender Aspekte als zentrale Aufgabe auffasst. Dafür bietet das <b>„Studium Generale“-Angebot</b> des <b>Wissenschafts- und Kulturzentrums „WIKU“</b> ein umfassendes Fächerangebot.</p> <p>Das Fach ist im 7. Semester zu erbringen und schließt mit einer Prüfung, deren Verantwortung im WIKU liegt, ab. Die Möglichkeit diese Kurse bereits im 5. oder 6. Semester zu besuchen, um das 7. Semester für eine ortsferne Bachelorarbeit zu nutzen, besteht.</p> <p>Die Modulauswahl kann dem jeweiligen Angebot des „Studium Generale“ entnommen werden. Dabei sollte möglichst ein Fach aus den folgenden Themenbereichen ausgewählt werden, um die Ingenieurwissenschaft optimal zu ergänzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Weiterentwicklung <b>sprachlicher Fähigkeiten</b> auf höherem Niveau und UNlcert® Abschluss</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Weiterentwicklung <b>betriebswirtschaftlicher und managementnaher Fähigkeiten</b></li> <li>- Aspekte der <b>wissenschaftlichen Präsentations- und Diskussionsfähigkeit</b> (auch in englischer Sprache)</li> <li>- <b>Psychologische und ethische</b> Aspekte.</li> </ul> |
| Lehrinhalte                                    | Je nach individuell ausgewählter Schlüsselqualifikation                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Je nach individuell ausgewählter Schlüsselqualifikation                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | Je nach individuell ausgewählter Schlüsselqualifikation                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Medienformen                                   | Tafel, Beamer, Visualizer, Moodle-Plattform bzw. je nach individuell ausgewählte Schlüsselqualifikation                                                                                                                                                                                                            |
| Literatur                                      | Je nach individuell ausgewählter Schlüsselqualifikation                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Regelungstechnik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Kürzel                            | Rt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht mit Übungen / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Fachsemester                      | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Kolja Kühnlenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Kolja Kühnlenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundkenntnisse der Signal- und Systemtheorie, Lösungsverfahren für lineare Differentialgleichungen im Zeit- und Frequenzbereich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Grundkonzepte der Steuerung und Regelung unterscheiden und kennen deren wesentliche Eigenschaften.</li> <li>• Sie können das Verhalten mechanischer, elektrischer, thermischer und anderer Regelstrecken analysieren und mathematisch im Zeit- und Frequenzbereich beschreiben.</li> <li>• Sie kennen die wichtigsten Kriterien zu Beurteilung des Regelkreisverhaltens und die am häufigsten eingesetzten stetigen Reglertypen.</li> <li>• Sie kennen Methoden zur Beurteilung der Stabilität von linearen Regelkreisen und können diese anwenden.</li> <li>• Sie verstehen grundlegende Entwurfs- und Optimierungskonzepte für lineare Regelkreisen und können diese auf einfache Beispiele anwenden.</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lehrinhalte                                    | <p>Grundstrukturen und Methoden der Regelungstechnik</p> <p>Systembeschreibung mittels Differentialgleichungen</p> <p>Laplace- und Fourier-Transformation</p> <p>Ortskurven und Bode-Diagramme</p> <p>Regelstrecken</p> <p>Proportionale Regelstrecken mit Verzögerung</p> <p>Schwingungsfähige Proportionalstrecken</p> <p>Weitere typische Regelstrecken</p> <p>Einfache lineare Regelkreise</p> <p>Grundstruktur und Qualitätskriterien</p> <p>Realisierung von Reglern</p> <p>Regelkreise mit P-, PI- und PID-Reglern</p> <p>Führungs- und Störverhalten</p> <p>Stabilität</p> <p>Allgemeine Stabilitätsüberlegungen</p> <p>Hurwitz-Kriterium</p> <p>Regelkreisauslegung mittels Bode-Diagramm und Wurzelortskurve</p> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Medienformen:                                  | <p>Tafel/Whiteboard und Beamer/Overheadprojektor</p> <p>Elektronisch bereitgestellte Arbeitsunterlagen und Übungsaufgaben</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Technical English</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Kürzel                            | TecEng                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Lehrform / SWS                    | 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Fachsemester                      | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Modulverantwortliche(r)           | Richard Fry, MCLFS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Dozent(in)                        | Richard Fry, MCLFS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Sprache                           | Englisch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | empfohlen: Vorkenntnisse der Zielsprache GER B1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Fachkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erweiterte aktive und passive Sprachkompetenzen (Sprechen, Schreiben, Hörverstehen, Lesen) mindestens auf der B2 Sprachkompetenzstufe</li> <li>fachspezifischer Schwerpunkt: Fachvokabular, Korrespondenz</li> <li>berufsspezifischer Schwerpunkt: Gesprächsführung, Vorstellungsgespräche</li> </ul> <p>Methodenkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erwerb von Lernstrategien, die zum autonomen Lernen befähigen; bestimmte Aufgabenstellungen ermöglichen eine Reflexion über die angewandten Strategien</li> </ul> <p>Interkulturelle Kompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Verwendung der adäquaten Sprache (z.B. Register, Höflichkeitsformen) in interkulturellen Interaktionen in beruflichen und gesellschaftlichen Situationen</li> <li>landeskundliche Kenntnisse englischsprachiger Länder</li> </ul> <p>Lernkompetenz</p> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstlernkompetenzen verstärkt durch das <i>Blended Learning</i> Konzept</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wechselnde technische Themen (z.B. Robotik, Schaltungssysteme, Umwelttechnologie, Erneuerbare Energien)</li> <li>• beruflicher Schriftverkehr: Emails, formale Korrespondenz</li> <li>• technisches Schreiben: Berichterstattung, Prozessablauf</li> <li>• Bewerbungsprozess: Lebenslauf, Bewerbungsschreiben, Vorstellungsgespräch</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | schriftliche Prüfung 120 Min.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Medienformen                                   | Beamer, Tafel, Visualizer                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Literatur                                      | Skript                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Thermodynamik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Kürzel                            | Tdyn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Lehrform / SWS                    | 4 SWS, Seminaristischer Unterricht, Übung und Praxisunterricht integriert                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60 h, Selbststudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Fachsemester                      | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Bettina Friedel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Bettina Friedel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | EL, AU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Gemäß Vorrückensberechtigung nach SPO, §6 Abs. 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundlagen der Physik und Mathematik 1 und 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p><b>Fachliche Kompetenzen:</b></p> <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Fachwissen der technischen Thermodynamik im Bereich der Erneuerbaren Energien anwenden und thermodynamische Systeme mittels relevanter Zustandsgrößen beschreiben,</li> <li>• Thermodynamische Prozesse zur Wandlung und Speicherung der elektrischen Energien der Erneuerbaren Energien (insbesondere der Photovoltaik, Windkraft und Geothermie) auf der Basis von idealen Gasen und realen Dämpfen in geeigneten Diagrammen darstellen und die Zustandsänderungen modellieren,</li> <li>• Kreisprozesse der Erneuerbaren Energietechnik qualitativ und quantitativ beschreiben, Prozesse der Energiewandlung, Energieübertragung verstehen, quantitativ darstellen und technisch bewerten.</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenzen:</b></p> <p>Nach der Veranstaltung beherrschen die Studierenden praxistauglich wesentliche Berechnungsmethoden der</p> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | technischen Thermodynamik für die Regenerative Energietechnik.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Grundlagen der technischen Thermodynamik</b><br/>Erlernung der grundlegenden thermodynamischen Zustands- und Prozessgrößen und der Hauptsätze der Thermodynamik, Berechnung von Zustands- und Stoffmengenänderungen in thermodynamischen Systemen, Modellierung von Energiebilanzen und Arbeitsverrichtungen in geschlossenen und offenen Systemen</li> <li>• <b>Thermodynamische Kreisprozesse</b><br/>Beschreibung und Quantifizierung von Kreisprozessen der Erneuerbaren Energietechnik mittels idealer und realer Arbeitsmedien (z.B. Gas- und Dampfturbinen auf Basis von EE-Methan, Wärmepumpen, Stirling-Motor auf Basis der Geothermie)</li> <li>• <b>Praktikum im Thema Stirling-Kreisprozess</b><br/>Erfassung zugänglicher thermischer und kalorischer Zustandsgrößen eines Stirling-Motors, welcher als eine grundlegende Kraftmaschine der Erneuerbaren Energietechnik bekannt ist, Bestimmung der technischen Parameter des Stirling-Motors</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung und praktischer Leistungsnachweis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | Übungsaufgaben in individueller und gemeinsamer Bearbeitung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Medienformen                                   | Tablet, Beamer, Moodle-Plattform<br>Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Literatur                                      | <p>E. Doering, H. Schedwill, M. Dehli: Grundlagen der Technischen Thermodynamik, Teubner Verlag</p> <p>G. Cerbe, G. Wilhelms: Technische Thermodynamik, Hanser Verlag</p> <p>K. Langeheinecke, P. Jany, G. Thieleke, K. Langeheinecke, A. Kaufmann: Thermodynamik für Ingenieure, Springer Vieweg Verlag</p> <p>D. Labuhn, O. Romberg: Keine Panik vor Thermodynamik, Vieweg + Teubner Verlag</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

## 3.2 Wahlpflichtmodule

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Angewandte Numerische Strömungssimulation CFD</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Kürzel                            | ANSS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzstudium: 45h<br>Eigenstudium: 105h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Fachsemester                      | 4 oder 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Dauer des Moduls                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Philipp Epple                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Philipp Epple                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Nutzung in anderen Studiengängen  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Zulassungsvoraussetzungen         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundkenntnisse in Strömungsmechanik, Grundkenntnisse partielle Ableitungen und partielle Differentialgleichungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- können die Kontinuitätsgleichung (Massenerhaltung) in Differentialform anwenden und für spezielle Anwendungsfälle vereinfachen</li> <li>- können die Impulsgleichung in Differentialform Anwenden und alle Terme der Gleichung deuten</li> <li>- können unstrukturierte und strukturierte Rechenetze unterscheiden und erzeugen</li> <li>- können Turbulenzmodelle für unterschiedliche Anwendungsfälle verstehen und auswählen</li> <li>- können die theoretischen Grundlagen der Turbomaschinen und die Eulergleichung verstehen und anwenden</li> <li>- können Ventilatoren und Pumpen axialer und radialer Bauweise simulieren</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- können die theoretischen Grundlagen der Fahrzeugaerodynamik verstehen</li> <li>- können Fahrzeuge simulieren, die Ergebnisse auswerten und die aerodynamik von Fahrzeugen optimieren</li> <li>- können die theoretischen Grundlagen der Flugzeugaerodynamik verstehen</li> <li>- können Flugzeuge simulieren, die Ergebnisse auswerten und die Aerodynamik von Flugzeugen optimieren</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impuls Gleichung</li> <li>- Navier-Stokes-Gleichung</li> <li>- Reynolds Averaged Navier Stokes (RANS)</li> <li>- Logarithmisches Wandgesetz</li> <li>- Turbulenzmodelle: Nullgleichungsmodelle, Zweigleichungsmodelle, Reynolds Spannungsmodelle, LES und DES</li> <li>- Unstrukturierte und strukturierte Gitter und Randbedingungen</li> <li>- Kinematische Grundgleichung und die Eulersche Hauptgleichung der Turbomaschinen</li> <li>- Numerische Simulation von Ventilatoren und Pumpen</li> <li>- Theoretische Grundlagen der Fahrzeugaerodynamik: Bernoulli Gleichung, Wuerdruckgleichung, Kontinuitäts Gleichung</li> <li>- Numerische Simulation von Fahrzeugen und Optimierung der</li> <li>- Aerodynamik von Fahrzeugen Theoretische Grundlagen der Flugzeugaerodynamik: Auftrieb, Widerstand, Grundlagen der Profiltheorie Numerische Simulation von Flugzeugen</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Sonstige Leistungsnachweise                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Medienformen                                   | Tafelanschrift, Beamer, ergänzende schriftliche Unterlagen, Videos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Literatur                                      | <p>Lecheler, S.: Numerische Strömungsberechnung, Schneller Einstieg durch anschauliche Beispiele, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage, Vieweg Teubner Verlag, Wiesbaden 2011.</p> <p>Laurien, E. und Örtel Jr., H.: Numerische Strömungsmechanik.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | <p>Grundgleichungen und Modelle – Lösungsmethoden – Qualität und Genauigkeit, 4., überarbeitete und erweiterte Auflage, Vieweg Teubner Verlag, Wiesbaden 2011.</p> <p>Schwarze, R.: CFD-Modellierung. Grundlagen und Anwendungen bei Strömungsprozessen. Springer Vieweg, Berlin 2013.</p> <p>Ferziger, J.H. und Peric, M.: Numerische Strömungsmechanik, Springer Verlag, Berlin 2008.</p> <p>Tu, J., Yeoh, G.H., Liu, C.: Computational Fluid Dynamics, a Practical Approach, Butterworth-Heinemann, Elsevier, 2008.</p> <p>Anderson Jr., J.D.: Computational Fluid Dynamics, The Basics with Applications, Mc. Graw-Hill, 1995.</p> <p>Hirsch, C.: Numerical Computation of Internal and External Flows, Second Edition, Butterworth-Heinemann, Elsevier, 2007.</p> <p>Grundlagen der Strömungsmechanik.</p> <p>Durst, F.: Grundlagen der Strömungsmechanik, Springer Verlag, 2006.</p> <p>Zierep, J, Bühler, K.: Grundzüge der Strömungslehre, 8. Auflage, Vieweg+Teubner, 2010.</p> <p>Sigloch, Herbert: Technische Fluidmechanik, Springer-Verlag, Berlin 2009.</p> <p>Bohl, W., Elmendorf, W.: Technische Strömungslehre, 13. durchgesehene Auflage, Vogel Buchverlag, Würzburg, 2005.</p> <p>Fox, R., McDonald, A., Pritchard, Ph.: Fluid Mechanics, John Wiley &amp; Sons; Auflage: 8. Auflage, 2011.</p> <p>White, F.: Fluid Mechanics, Mcgraw-Hill Education - Europe; 8 Rev ed., 2015.</p> |
| Modulbezeichnung | <b>Ausgewählte Themen der Erneuerbaren Energien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Kürzel           | ENAusTh                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Lehrform / SWS   | 4 SWS, Seminaristischer Unterricht, Übungen und Praktikum in einer Vertiefungsrichtung integriert                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Leistungspunkte  | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Arbeitsaufwand   | Präsenzzeit: 60 h, Selbststudium : 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Fachsemester     | 5 und 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Angebotsturnus   | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Bernd Hüttl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Michael Rossner / Prof. Dr. Christian Weindl /<br>Prof. Dr. Alexander Stadler / Prof. Dr. Bernd Hüttl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | EL und AU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Elektrische Messtechnik, Grundlagen der Elektrotechnik und elektronischer Bauelemente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p><b>Fachliche Kompetenzen</b></p> <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ertragsberechnungen für PV-Kraftwerke durch Nutzung des Simulationsprogramms PVSyst durchführen</li> <li>• Technische Charakterisierung eines Stirling-Motors als Kraftmaschine und als Wärmepumpe</li> <li>• Energieflüsse in einem Haus abschätzen und bilanzieren.</li> <li>• Wärmetransport und Temperaturniveaus an einfachen Geometrien berechnen</li> <li>• Wirkungsweise und Grundgleichungen verschiedener thermischer Solarkraftwerke verstehen und anwenden.</li> <li>• Die Grundgleichungen einer Wärmepumpe anwenden, Berechnungen und Auslegung für eine Wärmepumpe eigenständig durchführen</li> <li>• Verständnis von verschiedenen solargestützten Kühlmechanismen.</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz</b></p> <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ertragssimulationen für PV-Kraftwerke erstellen</li> <li>• Kraftmaschinen, wie Stirling-Motor, bemessen</li> <li>• Energiebilanzen für Häuser erstellen</li> <li>• Wärmeberechnungen an Solarthermischen Kraftwerken und Wärmepumpen durchführen</li> </ul> |
| Lehrinhalte                       | <p><b>Praktische Arbeiten am Stirling-Motor-Prüfstand</b></p> <p>Betrieb eines Stirling-Motors als Kraftmaschine und Wärmepumpe und Anwendung verschiedener Mess- und Berechnungsmethoden zur technischen Charakterisierung des Systems.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <p><b>Ertragsanalysen für PV-Kraftwerke</b></p> <p>Kennenlernen der Ertragssimulationssoftware PVsyst; Ertragsoptimiertes Design von PV-Anlagen („Roof-Top“, „Building Integrated PV“, Feldanlagen)</p> <p><b>Grundlagen der Wärmeleitung, Energiebilanzierungen</b></p> <p>Es werden die Mechanismen des Wärmetransportes besprochen und der Energieverbrauch eines Hauses mit Parametervariationen unter Berücksichtigung der solaren Einstrahlung ganzjährig simuliert.</p> <p><b>Thermische Solarkollektoren (Nieder- und Hochtemperatur)</b></p> <p>Die Wirkungsweise verschiedener solarthermischer Kraftwerke wird besprochen und an exemplarischen Beispielen nachvollzogen.</p> <p>Energien und Temperaturniveaus eines Niedertemperaturkollektors mit Regelung und Speicher wird für verschiedene Arbeitspunkte berechnet.</p> <p><b>Wärmepumpen</b></p> <p>Die Wirkungsweise von verschiedenen Wärmepumpen in Kühl- und Heizanwendungen wird besprochen, Grundlegende Formeln und Mechanismen erarbeitet und Messungen an einer realen Wärmepumpe durchgeführt.</p> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | praktische Studienarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Sonstige Leistungsnachweise                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Medienformen:                                  | Tafel, Beamer, Moodle-Plattform<br>Elektronisch bereitgestellte Dokumente und Projektaufgaben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Literatur:                                     | <p>V. Quaschnig: Regenerative Energiesysteme, Hanser Verlag</p> <p>H. Häberlin: Photovoltaik, VDE Verlag,</p> <p>B. M. Buchholz; Z. Styczynski: „Smart Grids: Grundlagen und Technologien der elektrischen Netze der Zukunft“, VDE Verlag, 2014</p> <p>J. Ekanayake; N. Jenkins; K. Liyanage; J. Wu; A. Yokoyama: “Smart Grid: Technology and Applications”, John Wiley &amp; Sons Publication, 1<sup>st</sup> Edition , 2012</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Automatisierungstechnik 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Kürzel                            | Au1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (3 SWS),<br>Praktikum (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzstudium: 60h, Eigenstudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Fachsemester                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Matthäus Brela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Matthäus Brela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 1 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundlagen der elektrischen Schaltungstechnik und der technischen Mechanik. Lineare Differentialgleichungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen den Unterschied zwischen Steuerung und Regelung.</li> <li>• Sie kennen das Grundprinzip ereignisdiskreter Steuerungen und können deren Modellierung auf einfache Beispiele der Automatisierungstechnik anwenden.</li> <li>• Sie kennen ausgewählte Normen speicherprogrammierbarer Steuerungen, Programmiersprachen und können einfache Steuerungsprogramme erstellen.</li> <li>• Sie kennen den Unterschied zwischen analogen, digitalen und binären Signalen und können diese steuerungstechnisch verarbeiten.</li> <li>• Sie kennen den grundlegenden technischen Aufbau von Steuerungs-, Regelungs- und Automatisierungssystemen.</li> <li>• Sie verstehen das Grundprinzip des rückgekoppelten Regelkreises und dessen Zerlegung in unterschiedliche Funktionsblöcke.</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie kennen den regelungstechnischen Systembegriff und können einfache dynamische Systeme der Elektrotechnik, Mechanik und Verfahrenstechnik mathematisch modellieren.</li> <li>• Sie kennen die wichtigsten Reglertypen, können deren Einfluss auf das Systemverhalten analysieren und kennen Anwendungsgebiete sowie Entwurfsmethoden mittels ausgewählter Einstellregeln für die Reglerparameter.</li> <li>• Sie können die grundlegenden Regler softwaretechnisch entwerfen, programmieren und testen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Steuerungstechnik</b><br/>Ereignisdiskrete Steuerungen, Programmieren nach IEC61131-3 in den Sprachen ST, FUP, KOP, AWL, einlesen von Sensordaten, verarbeiten von Steuerungsdaten und stellen von Aktoren.</li> <li>• <b>Technik von Steuerungs- und Regelungs- und Automatisierungssystemen</b><br/>Grundlegender Systemaufbau und Komponenten, Speicherfunktionen, Flankenauswertung, Zeitfunktionen, Taktsignale, Zählfunktionen und weitere Grundverknüpfungen. Programmierung von Übertragungsfunktionen.</li> <li>• <b>Grundstruktur des Standardregelkreises</b><br/>Regler, Regelstrecke, Stell- und Messglied, Führungs-, Regel-, Stell- und Störgröße. Darstellung eines Regelkreises als Blockstruktur, Differenzialgleichung, Übertragungsfunktion.</li> <li>• <b>Regelstrecken</b><br/>Proportionale und integrierende Regelstrecken mit und ohne Verzögerungszeitkonstanten, Totzeitglied, Beschreibung durch lineare Differentialgleichungen, Ermittlung der Streckenparameter aus der Sprungantwort.</li> <li>• <b>Regelung</b><br/>Wichtige Reglertypen, deren Kennwerte und Anwendung, Führungs- und Störverhalten, Einstellregeln zur Optimierung des Regelkreisverhaltens.</li> <li>• <b>Praktikum:</b><br/>Erfassung von Sensorsignalen, Einführung in die Bewegungssteuerung, Zusammenwirken von Regler und Strecke</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktischer Leistungsnachweis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Medienformen: | <p>Tafel, Overhead/Beamer</p> <p>Elektronisch bereitgestellte Arbeitsunterlagen und Übungsaufgaben</p> <p>rechnergestützte Entwicklungs- und Simulationsumgebungen</p>                                                                                                                                                                                                                                      |
| Literatur:    | <p>H. Unbehauen: Regelungstechnik I: Klassische Verfahren zur Analyse und Synthese linearer kontinuierlicher Regelsysteme, Fuzzy-Regelsysteme, Vieweg Verlag</p> <p>J. Kahlert: Crash-Kurs Regelungstechnik, VDE Verlag GmbH</p> <p>W. Schneider: Praktische Regelungstechnik, Vieweg+Teubner Verlag</p> <p>F. Tröster: Steuerungs- und Regelungstechnik für Ingenieure, Oldenbourg Wissenschaftsverlag</p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Automatisierungstechnik 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Kürzel                            | Au2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (1 SWS),<br>Praktikum (3 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Fachsemester                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EN, EL, IF, VC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundkenntnisse der Datenverarbeitung, Grundkenntnisse der SPS-Technik, Grundlagenwissen in der Messtechnik.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die Aufgaben jeder Schicht der Automatisierungspyramide.</li> <li>• Sie wissen die grundlegenden Unterschiede zwischen Prozess- und Messmittelfähigkeit sowie Prüfmittelabnahme und Kalibrierung.</li> <li>• Sie können eigenständig Prozess- und Messmittelfähigkeit bestimmen sowie Qualitätssicherung, Prozessoptimierung und Fehlerdiagnose differenzieren.</li> <li>• Sind in der Lage Prozessfähigkeitskennwerte zu bestimmen und mittels Prozesssimulationen zu optimieren.</li> <li>• Sie sind in der Lage eine Steuerung für zusammenhängende Prozesse zu entwerfen, unterschiedliche Kommunikationsprotokolle einzusetzen, Prozesssteuerungen zu analysieren und zu optimieren.</li> <li>• Sie können einen DC-Motor, Schrittmotor, Achsobjekte und die dazugehörigen Endstufen Inbetriebnehmen.</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie können Methoden des ConditionMonitoring mathematisch formulieren, anhand praktischer Anwendungsszenarien auszuwählen und CM-Software entwickeln.</li> <li>• Sie können Prozesse mittels OPC-UA und MQTT – Protokollen kommunizieren lassen.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Automatisierte Produktionsanlagen</b><br/>Automatisierungsgrad von Produktionsanlagen, Prozessdaten, Prozesstechnik, Verfügbarkeit und OEE.</li> <li>• <b>Sensorik und Aktorik</b><br/>Messprinzipien, Anforderungen an Prüfprozesse, Prüfprozessentwicklung und Sensortechnik.</li> <li>• <b>Prüftechnik und Diagnose</b><br/>Rechnergestützte Diagnose, Messmittel- und Prozessfähigkeit, etc.</li> <li>• <b>Kommunikation in der Automatisierungstechnik</b><br/>Netzwerke, Netzwerktopologie, Netzwerkkomponenten, OSI-Schichtenmodell, Telegrammaufbau, Ethernet und Industrial Ethernet, Übertragungsverfahren in Feldbussen, Token Passing, TDMA, Summenrahmenverfahren, Synchronisationsmechanismen, etc.</li> <li>• <b>Praktikumsversuche</b><br/>Prozessoptimierung mit PlantSimulation<br/>Kommunikation und Datenaustausch:<br/>TCP/IP,<br/>OPC-UA,<br/>etc.<br/>Prozesssteuerung mit Fischertechnik Fabrik</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | praktische Studienarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Medienformen:                                  | Beamer und Tafel/Whiteboard, Simulationsprogramme, elektronische Skripten und Arbeitsunterlagen, praktische Übungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Literatur:                                     | <p>Vogel-Heuser, B.; Bauernhansl, T.; ten Hompel, M.: Handbuch Industrie 4.0, 2. Auflagem, Springer Vieweg, 2017</p> <p>Goehner, P.: Agentensysteme in der Automatisierungstechnik, 1. Auflage, Springer Vieweg, 2013</p> <p>Reinheimer, S. (Hrsg.): Industrie 4.0 – Herausforderungen, Konzepte und Praxisbeispiele, 1. Auflage, Springer Vieweg, 2017</p> <p>Robert Bosch GmbH (Hrsg.): Taschenbuch für Handwerk und Industrie, 6. Auflage, Senner-Druck, Nürtingen, 2017</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|  |                                                                                                                                                                                                                             |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Seitz, M.: Speicherprogrammierbare Steuerungen für die Fabrik und Prozessautomation, 4. Auflage, Carl Hanser Verlag, 2015</p> <p>Langmann, R.: Taschenbuch der Automatisierung, 3. Auflage, Carl Hanser Verlag, 2017</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Autonome Eingebettete Systeme</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Kürzel                            | AEiSy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht mit integriertem Praktikum / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60 h, Selbststudium 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Fachsemester                      | 4 oder 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Angebotsturnus                    | Sommersemester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Markus Hager                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Markus Hager                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | EL, AU, IF, VC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Zulassungsvoraussetzungen         | ---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Mikrocomputertechnik (+ Praktikum)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p><b>Fachkompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden erlangen fundiertes fachliches <b>Grundlagenwissen</b> ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in der Anwendung von <b>autonomen eingebetteten Systemen:</b> Sie kennen die wichtigsten Sensorprinzipien und können diese in Betrieb nehmen. Sie entwickeln und analysieren Algorithmen aus dem Bereich der autonomen Systeme (Routenplanung)</li> </ul> <p>Die Studierenden erlernen und üben die <b>Anwendung</b> von Mikrocontrollern, insbesondere ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in der <b>Softwareentwicklung für Mikrocontroller:</b> Sie können gegebene Anforderungen in eine C-Programmierung umsetzen. Sie können Peripherieeinheiten des Mikrocontrollers in Betrieb nehmen und konfigurieren. Sie können Hard- und Softwarekomponenten zur Realisierung eines komplexen eingebetteten Systems entwickeln (programmieren und testen).</li> </ul> |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- in der Analyse und Umsetzung von <b>Realzeiteigenschaften</b>: Sie können asynchrone Ereignisse (Interrupts) erkennen und programmieren; typische Ein- und Ausgabegeräte als Reaktion ansteuern.</li> <li>- die Verwendung moderner <b>Entwicklungs- und Debugging Werkzeuge</b>: Sie kennen den Softwareentwicklungsprozess und können ein Softwarekonzept im Mikrocontroller umsetzen (Assembler/Compiler, Linker, IDE).</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <p>Die Studierenden erlangen durch die Durchführung kleinerer SW-Projekte im Labor ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Strategien zur <b>Problemlösung</b>: Sie können komplexe Sachverhalte einfach darstellen. Sie können Anforderungen analysieren und in eine technische Realisierung umsetzen (Top-Down-Denken).</li> <li>- Methoden der <b>Fehlersuche</b>: Sie können systematisch mit modernen Werkzeugen (Debugger, Oszi, Logikanalysator) Fehler im Quellcode erkennen und beheben.</li> <li>- die Kompetenz, die <b>Software-Qualität</b> zu bewerten: Sie erkennen die Notwendigkeit strukturierter und dokumentierter Softwareerstellung. Sie können verständlichen Code erstellen und kennen typische Modelle zur Beschreibung von Software (Flussdiagramm, Sequenzdiagramm, Zustandsdiagramm).</li> <li>- die Befähigung zur <b>selbständigen</b> Aneignung und <b>Anwendung</b> (wissenschaftlicher) Erkenntnisse: Sie können einschlägige (englischsprachige) Literatur, insbesondere Datenblätter und Manuals lesen und verstehen.</li> </ul> <p><b>Persönliche Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden erlangen Sozial- und Selbstkompetenz durch ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die <b>teamorientierte Projektarbeit</b>: Sie können im Team Aufgabenstellungen im Umfeld autonomer eingebetteter Systeme entwickeln und implementieren.</li> <li>- <b>persönliches Zeitmanagement</b>: Sie können sich im Rahmen der Vor- und Nachbereitung der Seminare, der Praktika und der Prüfung Ihre persönliche Arbeitsweise strukturieren und optimieren.</li> </ul> |
| Lehrinhalte | Softwareentwurf und -entwicklung:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Modellierung Eingebetteter Systeme (SW-Architektur eingebetteter Systeme)</li> <li>○ Endliche Automaten und State Charts</li> <li>○ Regelschleifen in eingebetteter Software</li> <li>○ Eigenschaften eingebetteter Sensoren</li> <li>○ Embedded C und/oder C++ (hardwarenah)</li> <li>○ Entwicklung von Gerätetreibern für Sensoren und Aktuatoren</li> <li>○ Betrieb von Geräten im Polling- und Interruptmodus</li> </ul> <p>Hardware- und Treiberentwicklung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bedien- und Anzeigeelemente (LED, LCD, Touchscreen)</li> <li>○ Speicherbausteine / Speicherorganisation</li> <li>○ Peripherie/Schnittstellen (GPIO, PWM, UART, SPI, ...) für Motorantriebe, Sensorauswertungen, Kommunikationssysteme und -protokolle</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Projektarbeit (mit Abschlusspräsentation) und schriftliche Prüfung (45 Min.) (Gewicht 1:1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | ---                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Medienformen                                   | Folien (Beamer, Zoom) / Tafel / Vorlagen / Mikrocontroller-Entwicklungssysteme (IDE, Debugger, C-Compiler, Simulator) / MC-Robot                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Literatur                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Peter Marwedel, „Embedded Systems Design“, 3rd ed., Springer 2017, ISBN-13: 978-3-319-56045-8</li> <li>- Steve Furber, „ARM-Rechnerarchitekturen für System on Chip-Design“ (deutsche Ausgabe, MITP, ISBN-13: 978-3826608544) oder „ARM System-On-Chip Architecture“ (2. Auflage, englische Ausgabe, Addison-Wesley, ISBN-13: 978-0201675191)</li> <li>- Jürgen Plate, Skript „Embedded Programmierung – Methoden und Verfahren“</li> <li>- Joseph Yiu: „The Definitive Guide to ARM Cortex-M3 and Cortex-M4 Processors“, Newnes, 3rd Edition 2013, ISBN-13: 978-0124080829</li> <li>- Referenz Manuals und Datenblätter (werden bereit gestellt)</li> </ul>                                                                                                                    |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Computermesstechnik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Kürzel                            | Cmt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht mit Übungen / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Fachsemester                      | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Jochen Merhof                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Jochen Merhof                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückungsberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundlagen der elektrischen Messtechnik, Grundkenntnisse einer höheren Programmiersprache                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können einfache Aufgabenstellungen der fertigungsintegrierten Mess- und Prüftechnik analysieren und strukturieren,</li> <li>• Sie können Softwarekonzepte zur rechnerbasierten Messwerterfassung, -auswertung und -darstellung entwerfen und programmtechnisch umsetzen.</li> <li>• Sie kennen die wichtigsten Hardware-Schnittstellen zur Messgerätean Kopplung und können einfachere Gerätetreiber selbständig erstellen</li> <li>• Sie verstehen die grundlegende Problematik der digitalen Messwerterfassung und können die Auswirkungen auf die Messergebnisse beurteilen.</li> </ul> |
| Lehrinhalte                       | <p>Einführung in eine Programmiersprache zur Verarbeitung von Messsignalen</p> <p>Instrumentenschnittstellen<br/> RS232, GPIB, USB und LAN-Schnittstelle,<br/> Zugriffsmechanismen auf Messgeräte, Messgeräte-Kommandosprache SCPI</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <p>Vernetzte Anwendungen<br/>ISO/OSI-Modell der Kommunikation, TCP/IP Protokoll-Stack, lokale Netze und Internet, Server/Client—Architekturen</p> <p>Digitalisierung, Übertragung und Speicherung von Messdaten</p>                                                                                                                                                                                                                |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | Erstellung von Übungsprogrammen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Medienformen:                                  | Unterricht im Rechnerraum, Beamer und Tafel/Whiteboard, elektronische Arbeitsunterlagen, Programmier- und Rechenübungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Literatur:                                     | <p>N. Weichert, M. Wülker: Messtechnik und Messdatenerfassung<br/>Oldenbourg 2010</p> <p>J. Hoffmann, W. Trentmann: Praxis der PC-Messtechnik<br/>Hanser 2002</p> <p>W. Georgi, E. Metin: Einführung in LabVIEW<br/>Hanser Fachbuchverlag 2012</p> <p>B. Mütterlein: Handbuch für die Programmierung mit LabVIEW<br/>Spektrum Akademischer Verlag 2007</p> <p>J. Kring, J. Travis: LabVIEW for Everyone<br/>Prentice Hall 2006</p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Eingebettete Betriebssysteme</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Kürzel                            | EBSy                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Lehrform / SWS                    | 4 SWS:<br>– Seminaristischer Unterricht (2 SWS)<br>– Praktikum (2 SWS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Arbeitsaufwand                    | 60 h Präsenz (30 h Seminaristischer Unterricht, 30 h Praktikum)<br><br>90 h Eigenarbeit (30 h Nachbereitung des Lehrstoffs, 60 h Vorbereitung und Bearbeitung von Praktikumsaufgaben)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Fachsemester                      | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Peter Raab                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Peter Raab                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | Bachelor-Studiengänge EL und IF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Kenntnisse aus den Themenbereichen Rechnerarchitektur, maschinennahe Programmierung (C und Assembler) und Betriebssysteme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <b>Fachkompetenzen:</b><br>Die Studierenden erlangen fundiertes Fachwissen ... <ul style="list-style-type: none"> <li>– in der Struktur und dem Aufbau von typischen Echtzeitbetriebssystemen für eingebettete Systeme: Sie erkennen, analysieren und bewerten die Komponenten eines eingebetteten Betriebssystems. Sie kennen Beispiele von Betriebssystemen in der Praxis.</li> <li>– in der Ansteuerung der unterliegenden Hardware: Sie beschreiben und erkennen die für die Betriebssystementwicklung relevanten Eigenschaften der Programmiersprache C sowie ARM-Assembler.</li> <li>– in den Mechanismen der Prozessverwaltung eines eingebetteten Betriebssystems: Sie können den</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <p>Prozesskontext beschreiben, Sie kennen die Methoden der Prozessumschaltung (präemptiv, kooperativ).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– in Echtzeitsystemen: Sie können ein Tasksystem bezüglich der Echtzeitfähigkeit bewerten. Sie kennen typische Schedulingalgorithmen und können diese anwenden.</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenzen:</b><br/>Die Studierenden erlangen durch die Durchführung von Projekten im Labor ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die Anwendung von eingebetteten Betriebssystemen: Sie können ein minimales Betriebssystem in der Programmiersprache C anhand von gestuften Aufgabenstellungen eigenständig entwickeln, Fehler finden und korrigieren.</li> <li>– Die Bewertung der SW-Qualität: Sie können nichtfunktionale Eigenschaften, wie z.B. Codelaufzeit, Codegröße und Energieverbrauch analysieren und optimieren.</li> </ul> <p><b>Persönliche Kompetenzen:</b><br/>Die Studierenden erlangen Sozial- und Selbstkompetenz durch ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die <b>teamorientierte Projektarbeit</b>: Sie können im Team Aufgabenstellungen im Umfeld eingebetteter Systeme entwickeln und implementieren.</li> <li>- <b>persönliches Zeitmanagement</b>: Sie können sich im Rahmen der Vor- und Nachbereitung der Seminare, der Praktika und der Prüfung Ihre persönliche Arbeitsweise strukturieren und optimieren.</li> </ul> |
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Einführung und Überblick: Begriffe, Definition</li> <li>– Embedded C: Vertiefung für eingebettete Systeme</li> <li>– Prozessorarchitektur: Hardwaregrundlagen ARM Cortex M-Prozessoren, hardwarenahe Programmierung</li> <li>– Prozesse, Speicher (Text-/Daten-/Stacksegmente) und Prozesskontext</li> <li>– Multitasking und Kontextwechsel</li> <li>– Asynchrone Ereignisse: Interrupts und Timer, präemptives Multitasking</li> <li>– Ansteuerung von I/O-Geräten, einfache Gerätetreiber</li> <li>– Schedulingverfahren, Echtzeit-Schedulingverfahren (RMS, EDF)</li> <li>– Prozesskommunikation und -synchronisation: atomare Operationen, Mutexe, Spinlocks und Semaphore</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung (90 Minuten) und praktische Leistungsnachweise (bearbeitete Aufgaben) im Verhältnis 1:1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sonstige Leistungsnachweise | –                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Medienformen                | Beamer / Präsentationsfolien, Praktische Übungen am Rechner / Labor, Moodle                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Literatur                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Douglas Comer: „Operating System Design: The XINU Approach“, Second Edition 2015, Chapman and Hall/CRC, ISBN-13: 978-1498712439</li> <li>• Joseph Yiu: „The Definitive Guide to ARM Cortex-M3 and Cortex-M4 Processors“, Newnes, 3rd Edition 2013, ISBN-13: 978-0124080829</li> <li>• Michael Barr, „Programming Embedded Systems in C and C++“, O'Reilly 1999, ISBN: 1-56592-354-5</li> <li>• H. Wörn, U. Brinkschulte, „Echtzeitsysteme“, Springer, 2005</li> <li>• D. Zöbel, W. Albrecht, „Echtzeitsysteme: Grundlagen und Technik“ Bonn, Internat. Thomson Publ., 1995</li> <li>• G. Buzatto: Hard Real-Time Computing Systems. Springer, ISBN 0-387-23137-4.</li> <li>• C.L. Liu, J.W. Layland: Scheduling Algorithms for Multiprogramming in a Hard-Real-Time Environment. Journal of the Association for Computing Machinery (ACM), 20(1), 1973.</li> <li>• M. Homann: OSEK – Betriebssystem-Standard für Automotive und Embedded Systems. MITP-Verlag, 2. Auflage 2005, ISBN 3-8266-1552-2.</li> </ul> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Elektromaschinenbau</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Kürzel                            | Emab                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (3 SWS),<br>Seminararbeit (1 SWS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Fachsemester                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL, EN und Maschinenbau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundlagenwissen der elektrischen Antriebstechnik.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Fachliche Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsweise und den Aufbau elektrischer Maschinen verstehen</li> <li>• die Teilschritte der Herstellung elektrischer Maschinen zu benennen und zu bewerten</li> <li>• die zur Herstellung notwendigen Fertigungsverfahren wiederzugeben</li> <li>• in die Lage sein, die Fertigungskette elektrischer Maschinen ganzheitliche zu analysieren, zu bewerten und weiterzuentwickeln.</li> </ul> |
| Lehrinhalte                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Typische Anwendungen / Anwendungsfelder des Elektromaschinenbaus</li> <li>• Elektromagnetische und mechanische Grundlagen elektrischer Maschinen</li> <li>• Grundlegende Motortopologien</li> <li>• Komponenten des Antriebsstrangs</li> <li>• Herstellungsverfahren für Elektrobau, Elektroblech und Blechpaket sowie fertigungsbedingte Einflussfaktoren</li> </ul>                                                        |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Verlusteffekte und numerischen Analyseverfahren</li> <li>• Herstellung hartmagnetischer Materialien sowie Qualitätssicherung und Fehleranalyse</li> <li>• Magnetisierung und Magnetmontage</li> <li>• Wickeltechnik, Imprägnieren und Isolieren</li> <li>• Fertigung der Leistungselektronik</li> <li>• Montageprozesse und Prüftechnik zur Qualitätssicherung am Ende der Wertschöpfungskette</li> <li>• Elektromagnetische Aktuatoren, deren Herstellungsverfahren und Qualitätssicherung</li> <li>• Recycling elektrischer Maschinen und deren Komponenten</li> <li>• Rückführbarkeit und I4.0 im Elektromaschinenbau</li> <li>• Grundlagen der kontaktlosen Energieübertragung und induktiven Ladesysteme</li> <li>• Additive Fertigung im Elektromaschinenbau</li> <li>• Supraleiter-Elektromotoren und Transfersysteme</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Klausur 60 Min. und Seminararbeit (Gewichtung 3:1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Medienformen:                                  | Beamer und Tafel/Whiteboard, Simulationsprogramme, elektronische Skripten und Arbeitsunterlagen, praktische Übungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Literatur:                                     | <p>Elektrische Servoantriebe, Manfred Schulze, 2008, ISBN 978-3-446-41459-4</p> <p>Elektrische Antriebssysteme, Ulrich Riefenstahl, 2. Auflage, 2006, ISBN 3-8351-0029-7</p> <p>Elektrische Maschinen, Hans-Ulrich Giersch, 2003, ISBN 3-519-46821-2</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Fortgeschrittene Programmierung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Kürzel                            | FProg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Lehrform / SWS                    | 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzstudium: 60 h (35 h Seminaristischer Unterricht, 25 h Übungen)<br>Eigenstudium: 90 h (bzw. 25 h Teilnahme an freiwilliger Laborübung + 65 h Eigenstudium)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Fachsemester                      | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Thomas Wieland                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Carolin Helbig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL und EN (in Semester 7)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §5 Abs. 1 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Fundierte Kenntnisse der imperativen Programmierung, etwa aus Programmieren 1 und 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | Die Studierenden erhalten Kenntnisse in der Programmierung in den Sprachen Python und C++ auf verschiedenen Betriebssystemplattformen. Damit werden sie in die Lage versetzt, kleinere Skripte und C++-Anwendungen selbst zu erstellen und größere zu verstehen und zu warten. Der Schwerpunkt liegt mit ca. 2/3 der Veranstaltung auf der Sprache C++.                                                                                                                                             |
| Lehrinhalte                       | Python: Geschichte von Python, Operatoren und Datentypen, Variablen, Kommentare, Kontrollstrukturen, Funktionen, Module, Dateien, Ausnahmebehandlung, Klassen, Objekte, Vererbung<br><br>C++: Unterschiede zu C: Die C++-Programmiersprache, Ein- und Ausgabekanäle, Namensräume, Referenzen und Parameterübergabe, Vorgabewerte für Parameter, Dynamische Speicherverwaltung<br><br>Klassen und Objekte: Klassendeklaration und –definition, Objekte von Klassen, Zugriffsbeschränkungen, Freunde, |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <p>Zugriffsroutinen, Konstruktoren, Standardkonstruktor, Initialisierung mit Listen, Kopierkonstruktor, Typumwandlungskonstruktor, Destruktoren, Inline-Funktionen,</p> <p>Vererbung: Basisklassen und abgeleitete Klassen, Vererbung in C++, Erzeugung von Unterklassenobjekten, Zugriffsbeschränkungen</p> <p>Polymorphismus: Grundprinzip, Virtuelle Methoden, Virtuelle Destruktoren, rein virtuelle Funktionen und abstrakte Klassen</p> <p>Templates: Funktionstemplates, Klassentemplates, Operatoren zur Typumwandlung</p> <p>Die STL: die Containerklassen der C++-Standardbibliothek: Strings, Container, Iteratoren, Algorithmen, Speichermanagement</p> <p>Ausnahmebehandlung (Exceptions)</p> <p>Dateien und Ströme: Ein- und Ausgabe mit Dateien, Positionierung, Ausgabeformatierung</p> <p>Überladen von Operatoren: Operatorfunktionen, Indexoperator, Zuweisungsoperator, Mathematische Operatoren, Ein- und Ausgabeoperator</p> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung (90 Minuten) als computergestützte Präsenzprüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Medienformen                                   | <p>Beamer und Tafel/Whiteboard,</p> <p>Elektronische Skripten und Arbeitsunterlagen,</p> <p>Gedrucktes ausführliches Skript (ca. 300 Seiten),</p> <p>E-Learning-Umgebung Moodle mit Selbsttests</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Literatur                                      | <p>T. Wieland: C++-Entwicklung mit Linux. dpunkt-Verlag, 2004</p> <p>E.-E. Doberkat: Python 3 – Ein Lehr- und Arbeitsbuch. De Gruyter, 2018</p> <p>S. Dörn: Python lernen in abgeschlossenen Lerneinheiten. Springer-Vieweg, 2020</p> <p>C. Schäfer: Schnellstart Python. Springer-Spektrum, 2019</p> <p>B. Stroustrup: Die C++-Programmiersprache. Addison-Wesley, 2000</p> <p>U. Kirch, P. Prinz: C++ Lernen und professional anwenden, mitp, 8. Auflage, 2018</p> <p>B. Stroustrup: Die C++-Programmiersprache. Hanser, 2015</p> <p>U. Breymann: Der C++-Programmierer, Hanser-Verlag, 5. Aufl., 2017</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|  |                                                                                                                             |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>B. Stroustrup: Eine Tour durch C++, Hanser, 2015</p> <p>A. Wilms: C++: eine kompakte Einführung, dpunkt-Verlag, 2015</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Hochspannungstechnik 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Kürzel                            | HSPT2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Lehrform / SWS                    | SU/PR + Projekt 2 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Arbeitsaufwand                    | 150 Std.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Fachsemester                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Dauer des Moduls                  | 1 Semester                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Michael Rossner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Michael Rossner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Sprache                           | Deutsch/engl. (Projektbericht)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | EL und AU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Zulassung zu den Prüfungen des 5. U. 6. Semesters                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundkenntnisse der Hochspannungstechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Vertieftes Verständnis der Teilentladungsmesstechnik<br/>Fähigkeit TE-Messungen zu Planen, Aufzubauen und die Messergebnisse einzuordnen und zu bewerten.</p> <p>Vertieftes Verständnis über die Durchschlagsmechanismen in Öl, Eigenständige Versuchsplanung und Aufbauten dazu.</p> <p>Verständnis der Problematik von Hochspannungsdioden.<br/>Berechnung von Restwelligkeiten, Spannungswerten unter Last, Modellierung mit Netzwerkanalyseprogrammen.</p> <p>Einführung in die Numerische Feldrechnung (Ersatzladungsverfahren und FEM (Comsol Multiphysics)<br/>Eigenständige Berechnung von einfacheren Feldanordnungen.</p> <p>Durchführung von Polarisationsstrom und Depolarisationsstrommessungen.</p> |
| Lehrinhalte                       | <p>Numerische Feldberechnung (Ersatzladungsverfahren, FEM)</p> <p>Aufbau und Wirkungsweise von Hochspannungsdioden und Gleichrichterschaltungen.</p> <p>Aufbau von flüssigen und festen Isolierstoffen</p> <p>Modellbildungen bei der TE Messtechnik</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | Gängige Interpretationen von TE Mustern                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Klausur/Praktische Leistungsnachweise/Projektarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | Versuchsbegleitende Projektarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Medienformen                                   | Tafel, Beamer, Whiteboard, Moodle-Plattform<br>Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Literatur                                      | <p>Andreas Küchler, „Hochspannungstechnik“, Springer Verlag 2009, dritte Auflage</p> <p>M. Beyer, W. Boeck, K. Möller, W. Zaengl, „Hochspannungstechnik, Theorie und praktische Grundlagen der Anwendung“, Springer Berlin Heidelberg New York, 1986</p> <p>G. Hilgarth, „Hochspannungstechnik“ B.G. Teubner Stuttgart, 2. Auflage 1992</p> <p>Adolf Schwab, Hochspannungsmesstechnik, Springer Verlag 2. ,überarbeitete Auflage 2011</p> <p>Wolfgang Schluff, Taschenbuch der „Elektrischen Energietechnik“ Hanser Verlag 2007</p> <p>D. Kind, K. Feser „Hochspannungsversuchstechnik“, Vieweg Verlag, 5. Auflage 1995</p> <p>D. Kind, H. Kärner, „Hochspannungsisoliertechnik“, Vieweg Verlag 1982</p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>IT-Sicherheit</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Kürzel                            | ITS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Lehrform / SWS                    | 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzstudium: 60 h (30 h Seminaristischer Unterricht, 30 h Übungs- und Programmieraufgaben)<br><br>Eigenstudium: 90 h (40 h Vor- und Nachbereitung des Lehrmaterials & Prüfungsvorbereitung, 25 h Übungsaufgaben, 25 h Laborübungen)                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Fachsemester                      | 4 oder 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Henning Maier                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Henning Maier                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | VC, Elektrotechnik AU, EL, EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §5 (bzw. §6) Abs. 1 SPO des jew. Studiengangs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Kenntnisse empfohlen aus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• insb. „Diskrete Mathematik“</li> <li>• insb. „Fortgeschrittene Programmierung“</li> <li>• „Computernetze“</li> <li>• „Stochastik“</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | Fachlich-Methodische Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen und anwenden erforderlicher mathematischer Grundlagen zur Verwendung in der Kryptographie</li> <li>• Verstehen und anwenden elementarer kryptographischer Schutz- und Angriffsverfahren</li> <li>• Einordnen wichtiger Praxis-relevanter kryptographischer Techniken</li> <li>• Zusammenspiel diverser kryptographischer Verfahren am Beispiel des Transport Layer Security (TLS) Protokolls</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überprüfung eigener Berechnungen auf Korrektheit</li> <li>• Problemstellungen selbst vertiefend programmieren und ggf. visualisieren</li> <li>• Anwenden der kryptographischen Techniken mittels gängiger Software-Werkzeuge</li> <li>• Sensibilität zur Post-Quanten-Sicherheit</li> </ul> <p>Persönlich-soziale Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenständige und strukturierte Erarbeitung und Einordnung in für die IT-Sicherheit relevante Verfahren</li> <li>• Verknüpfung verschiedener fachlicher Disziplinen im vielseitigen Kontext der IT-Sicherheit</li> <li>• Selbstständig eigene Aufgaben mit Musterlösung konzipieren und miteinander diskutieren</li> <li>• Strategien &amp; Methoden zum selbstständigen Arbeiten (insb. effiziente Prüfungsvorbereitung &amp; -bearbeitung)</li> </ul> |
| Lehrinhalte                                    | <p>Grundbegriffe der Kryptographie</p> <p>Klassische Verschlüsselungsverfahren</p> <p>Grundlagen der Kryptoanalyse</p> <p>Endliche Zahlenmengen und Restklassen, Galois-Körper</p> <p>Blockchiffren und Operationsmodi</p> <p>Primzahlen, Faktorisierungsproblem</p> <p>Modulare Exponentiation, Diskreter Logarithmus</p> <p>Public-Key Kryptographie (RSA, Diffie-Hellman)</p> <p>Erzeugung und Test kryptographisch sicherer Zufallszahlen</p> <p>Kryptographische Hashfunktionen, Hash-Trees</p> <p>Message Authentication Codes (MAC)</p> <p>Digitale Signaturen (RSA Signatur)</p> <p>Digitale Zertifikate (X.509), Public-Key Infrastructures (PKI)</p> <p>Transport Layer Security (TLS)</p> <p>Anwendung kryptographischer Software-Werkzeuge</p>                                                                                                                   |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | <p>Schriftliche Prüfung (90 Minuten) (Gewicht 1)</p> <p>praktische Studienarbeit (Gewicht 1)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Medienformen                                   | <p>Beamer und Tafel/Whiteboard</p> <p>Vorlesungs- und Arbeitsdokumente</p> <p>Code-Beispiele (Python/Jupyter-Notebooks)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           | Entwicklung in Virtualisierungs-/Container-Umgebung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Literatur | <ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Paar, J. Pelzl: Kryptografie verständlich, Springer Vieweg, 2016</li> <li>• S. Spitz, M. Pramateftakis, J. Swoboda: Kryptographie und IT-Sicherheit, 2. Auflage, Vieweg Teubner, 2011</li> <li>• J. Buchmann: Einführung in die Kryptographie. Springer Verlag, 6. Auflage, 2016</li> <li>• J. Ziegenbalg: Elementare Zahlentheorie, Springer Spektrum, 2. Auflage, 2015</li> <li>• A. Menezes, P. Oorschot und S. Vanstone. CRC Press, Handbook of Applied Cryptography, 5. Aufl. 2001.</li> </ul> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Künstliche Intelligenz 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Kürzel                            | KI1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Lehrform / SWS                    | 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Arbeitsaufwand                    | 150h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Fachsemester                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Florian Mittag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Michael Sammeth                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | Visual Computing B.Sc.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundlagen der imperativen Programmierung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Fachlich-methodische Kompetenzen:<br/>Studierende sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundlegenden Konzepte und Begriffe der Künstlichen Intelligenz kennen.</li> <li>• grundlegende Algorithmen der Künstlichen Intelligenz und Verfahren zur Problemlösung durch Suche kennen, verstehen und anwenden können</li> <li>• die Rahmenbedingungen und relevanten Eigenschaften von Problemstellungen kennen und bestimmen können.</li> <li>• die vorgestellten Algorithmen implementieren und zur Lösung von Problemen einsetzen können</li> </ul> <p>Persönliche-Soziale Kompetenzen:<br/>Studierende sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die gesellschaftlichen Einflüsse und ethischen Aspekte der vorgestellten Verfahren untereinander diskutieren, analysieren und eigenständig bewerten können.</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren der Künstlichen Intelligenz anhand aktueller Entwicklungen und Ereignisse einordnen, analysieren und bewerten können.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was ist KI?</li> <li>• Intelligente Agenten (symbolische KI)</li> <li>• Problemlösen durch Suche <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tiefen- und Breitensuche</li> <li>○ A*, RBFS (kürzeste Route)</li> <li>○ Suche im kontinuierlichen Suchraum</li> <li>○ Suche mit Nicht-Determinismus</li> <li>○ Suche mit versteckten Zuständen</li> </ul> </li> <li>• Suche in Spielen (mit Gegnern) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Alpha-Beta-Pruning</li> <li>○ Heuristische Echtzeit-Entscheidungen</li> <li>○ Stochastische Spiele</li> </ul> </li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Medienformen                                   | Beamer, Tafel, Lernmanagementsysteme (Moodle), praktische Übungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Literatur                                      | Russell, Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach, Addison Wesley, jeweils in der neusten Auflage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Künstliche Intelligenz 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Kürzel                            | KI 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Lehrform / SWS                    | 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Arbeitsaufwand                    | 150h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Fachsemester                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Florian Mittag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Thomas Wieland                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | Visual Computing Bachelor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §5 Abs. 1 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundlagen der imperativen Programmierung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Fachlich-methodische Kompetenzen:<br/>Studierende sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundlegenden Konzepte und Begriffe der Künstlichen Intelligenz kennen.</li> <li>• einfache Probleme durch Aussagenlogik und Prädikatenlogik darstellen und algorithmisch lösen können.</li> <li>• Grundkenntnisse Bayesscher Wahrscheinlichkeitslehre verstehen und rationale Agenten zur Lösung von Problemen mit Wahrscheinlichkeiten programmieren können.</li> <li>• Algorithmen zum Lernen durch Beispiele kennen und verstehen und zur Problemlösung einsetzen können.</li> </ul> <p>Persönliche-Soziale Kompetenzen:<br/>Studierende sollen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die gesellschaftlichen Einflüsse und ethischen Aspekte der vorgestellten Verfahren untereinander diskutieren, analysieren und eigenständig bewerten können.</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren der Künstlichen Intelligenz anhand aktueller Entwicklungen und Ereignisse einordnen, analysieren und bewerten können.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Logische Agenten <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aussagenlogik und Prädikatenlogik 1. Stufe</li> <li>○ Wissensrepräsentation durch Logik</li> <li>○ Forward / Backward Chaining und Resolution</li> </ul> </li> <li>• Probabilistisches Schließen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bayessche Wahrscheinlichkeit</li> <li>○ Hidden Markov Models</li> </ul> </li> <li>• Lernen durch Beispiele / Maschinelles Lernen</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung (90 Minuten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Medienformen                                   | Beamer, Tafel, Lernmanagementsysteme (Moodle), praktische Übungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Literatur                                      | Russell, Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach, Addison Wesley, jeweils in der neusten Auflage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Motion Control</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Kürzel                            | MoCo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (3 SWS),<br>Praktikum (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Fachsemester                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela, Prof. Dr.-Ing. Jochen Merhof                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EN und EL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Zulassungsvoraussetzungen         | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Physikalische Gesetze translatorischer und rotatorischer Bewegungen, Grundkenntnisse der SPS-Technik und-Programmiersprachen, Grundkenntnisse der Mess- und Regelungstechnik.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, technische Bewegungsabläufe zu analysieren und mathematisch zu beschreiben.</li> <li>• Sie sind in der Lage die Architektur der Bewegungssteuerung wiederzugeben und die grundlegenden Auslegungskriterien zu beschreiben.</li> <li>• Sie kennen die gebräuchlichen mechanischen Vorrichtungen zur Ausführung eindimensionale Bewegungsvorgänge und können unterschiedliche Positionieraufgaben unterscheiden.</li> <li>• Sie kennen die grundlegenden kinematischen Zusammenhänge mechanisch nicht gekoppelter und mechanisch gekoppelter Bewegungsachsen und können Positionen und Geschwindigkeiten in unterschiedlichen Bezugssystemen ausdrücken.</li> <li>• Sie sind in der Lage Positions-, Winkel- und Beschleunigungsmesssysteme für die Bewegungssteuerung auszulegen.</li> </ul> |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie können das Problem der EMV beschreiben und sind in der Lage resultierende Fehler in der Laufeigenschaft zu berechnen.</li> <li>• Sie kennen die Aufgaben der Synchronisation und der Interpolation von Bewegungsachsen und die dafür gebräuchlichen Methoden und Konzepte.</li> <li>• Sie können den Leistungsfluss längs einer Positionierachse analysieren und einfache Antriebsstränge dynamisch auslegen.</li> <li>• Sie verstehen das Konzept der Kaskadenregelung zur Bewegungsführung.</li> <li>• Sie kennen die mathematischen Grundlagen der Maschinendynamik und können diese Anwenden..</li> <li>• Sie kennen die Funktionsweise der Motion Control Bausteine nach PLCopen und können einfache Positionieraufgaben mit diesen Bausteinen programmieren</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Lehrinhalte | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Kinematische Zusammenhänge</b><br/>Grundlegende Beschreibung rotatorischer und translatorischer Bewegungsabläufe, eindimensionalen Positioniervorgänge, Synchronbewegungen mechanisch nicht gekoppelter Achsen, Zweidimensionale Bewegungsabläufe mit Hilfe offener oder geschlossener kinematischer Ketten, Bezugskoordinatensysteme und, Koordinatentransformationen, Dreidimensionale Positionier- und Orientierungsbewegungen im Raum durch Kombination von Bewegungsachsen.</li> <li>• <b>Dynamische Zusammenhänge</b><br/>Leistungsfluss und Vierquadrantenbetrieb, Kraft- und Drehmomentübersetzung, Massen und Trägheitsmomente, Schwingungsdynamik.</li> <li>• <b>Regelungstechnische Zusammenhänge</b><br/>Strom- und Drehmomentführung, Geschwindigkeitsführung, Positionsführung.</li> <li>• <b>Sensormessprinzip für Bewegungsautomation</b><br/>Relativ / Absolut, Positionssensoren, Drehzahl- und Geschwindigkeitssensoren, Beschleunigungssensoren, Kraft- und Drehmomentsensoren.</li> <li>• <b>Diagnosesysteme und Sicherheit</b><br/>Motordaten, Servicedaten, Diagnosedaten, Scope-Überwachung, Sicherungsfunktionen</li> <li>• <b>Antriebssteuerung</b><br/>Auslegung, Inbetriebnahme und Ansteuerung eines Schrittmotors, Auslegung, Inbetriebnahme und Ansteuerung eines Servomotors.</li> <li>• <b>Motion Control-Bausteine nach PLCopen</b></li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <p>MC-MoveAbsolute, MC-Power, MC-MoveRelative, MC-MoveJog, MC-CamIn, MC-MoveVelocity, weitere Grundlegende MC-Bausteine.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Praktikumsversuche</b></li> </ul> <p>Grundlegende Positioniervorgänge,<br/>Interpolation von Achsbewegungen,<br/>Synchronisation mechanisch unabhängiger Achsen</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktische Leistungsnachweise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Medienformen                                   | Beamer und Tafel/Whiteboard, Simulationsprogramme, elektronische Skripten und Arbeitsunterlagen, praktische Übungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Literatur                                      | <p>Kiel E.: Antriebslösungen – Mechatronik für Produktion und Logistik Springer 2007</p> <p>Groß, Hamann u.a.: Technik elektrischer Vorschubantriebe in der Fertigungs- und Automatisierungstechnik, Publicus Corporate Publishing 2012</p> <p>Heimann, B. u.a.: Mechatronik: Komponenten-Methoden-Beispiele Carl Hanser 2007 Weidauer, Jens, Elektrische Antriebstechnik, Grundlagen – Auslegung – Anwendungen – Lösungen. Publicis Corporate Publishing 2008</p> <p>Weck, M. u.a., Werkzeugmaschinen 3 – Mechatronische Systeme, Vorschubantriebe, Prozessdiagnose. Springer Vieweg Verlag, 2006</p> <p>Reif, K.: Sensoren im Kraftfahrzeug, 3. Auflage, Springer Vieweg Verlag, 2016</p> <p>Brosch, P. F.: Taschenbuch der Antriebstechnik - Messsysteme für E-Antriebe, Carl Hanser Verlag, 2014</p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Netz- und Betriebsmitteldiagnose</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Kürzel                            | NBd                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Übung integriert, Praktikum (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60 h, Selbststudium : 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Fachsemester                      | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Christian Weindl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Christian Weindl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL, EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundlagenwissen in der Elektrotechnik/<br>Elektrischen Energieversorgung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Fachliche Kompetenzen</p> <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse zum Aufbau wichtiger Betriebsmittel und Isoliersysteme anwenden</li> <li>• Verstehen der Betriebsweise elektrischer Netze und der Einflüsse durch Liberalisierung und regenerative Nutzung</li> <li>• Verstehen der physikalische Grundlagen von Alterungsprozessen bei unterschiedlichen Belastungen</li> <li>• Kenntnisse zu dielektrischen Diagnoseverfahren, diagnostischen Größen und dielektrischen Werkstoffen</li> <li>• Verstehen von Teilentladungsmessungen, Verfahren zur Ortung und zum Online-Monitoring &amp; deren Interpretation</li> <li>• Kenntnisse zu gleichspannungsbasierten Diagnosemethoden &amp; zu ortsauflösenden dielektrischen Methoden</li> <li>• Kenntnisse zu physikalischen Kennwerten und Ersatzschaltbildern elektrischer Isolierstoffe</li> <li>• Einordnen von Modellen zur Zustandsbeschreibung &amp; Restlebensdauerabschätzung</li> </ul> |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse zur Zuverlässigkeit, Ausfallwahrscheinlichkeit und Ausfallverteilungen</li> <li>• Verstehen und Anwenden unterschiedlicher Alterungsmodellen: Arrhenius-Modell, Inverse-Power-Law, Multifaktor-Alterungsmodelle</li> </ul> <p>Methodenkompetenz</p> <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden die Einflussgrößen der Netz- und Betriebsmittelbelastungen auf die Komponenten elektrischer Energiesysteme verstehen und einordnen. Sie haben ein Verständnis für die Auswirkungen von Belastungen auf Betrieb, Instandhaltung und das Asset-Management von Anlagen entwickelt und kennen Verfahren, um in diesen Bereichen durch diagnosetechnische Methoden wirtschaftliche, d.h. am Betriebsmittelzustand orientierte Maßnahmen und Strategien einzusetzen.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lehrinhalte | <p>Aufbau wichtiger Betriebsmittel elektrischer Energieversorgungsnetze und der verwendeten Isoliersysteme</p> <p>Betriebsweise elektrischer Netze - Einflüsse der Liberalisierung und dezentraler, regenerativer Nutzung</p> <p>Physikalische Grundlagen von Alterungsprozessen: Thermische, (di)elektrische, mechanische Alterungsvorgänge</p> <p>Dielektrische Diagnoseverfahren: Primitivität, Polarisierung, Polarisationsarten, Verlustwinkel, Verlustfaktor und Kapazität dielektrischer Werkstoffe</p> <p>Teilentladungsmessungen: Funktionsweise und Messprinzip, prinzipielle Klassifizierung, Grenzwerte und Interpretation, Verfahren zur Ortung und zum Online-Monitoring</p> <p>Gleichspannungsbasierte Diagnosemethoden &amp; Verfahren zur ortsauflösenden Messung dielektrischer Eigenschaften</p> <p>Unterscheidung der Verluste und Abhängigkeiten dielektrischer Kenngrößen (<math>f</math>, <math>T</math>, <math>U</math>, Betriebsalter, etc.)</p> <p>Physikalische Kennwerte &amp; Ersatzschaltbilder elektrischer Isolierstoffe</p> <p>Modelle zur Zustandsbeschreibung &amp; Restlebensdauerevaluierung, Beschreibung von Alterungszustand &amp; Restlebensdauer</p> <p>Verfahren zur Bestimmung des Alterungsverhaltens: Kriterien zur Zustandsbewertung, Statistik, Datenreduktion</p> <p>Zuverlässigkeit, Ausfallwahrscheinlichkeit, Ausfallverteilungen: Badewannenkurven, Normal- und Weibull-Verteilung</p> <p>Eigenschaften von Alterungsmodellen: Arrhenius-Modell, Inverse-Power-Law, Multifaktor-Alterungsmodelle</p> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dielektrische Messungen und Vergleich unterschiedlich vorgealterten Mittelspannungskabel bei 50 Hz</li> <li>- Analyse gleichspannungsbasierter Diagnosemessungen für qualitativ unterschiedliche Prüflinge</li> <li>- Entwicklung von Zustandskriterien und Grenzwerten anhand der Messergebnisse</li> </ul> <p>Rechnungen zu Betriebsmittelbelastungen, Alterungsfaktoren und Ausfallwahrscheinlichkeiten</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktische Leistungsnachweise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Medienformen                                   | Tafel, Beamer, Whiteboard, Moodle-Plattform<br>Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Literatur                                      | <p>E. Ivers-Tiffée and W. Münch, Werkstoffe der Elektrotechnik. Wiesbaden: Teubner-Verlag, 2007</p> <p>Wayne Nelson, Accelerated Testing - Statistical Models, Test Plans and Data Analysis. New-Jersey: John Wiles &amp; Sons Inc., 1990</p> <p>Klaus Graebig, Formelsammlung zu den statistischen Methoden des Qualitätsmanagements, 3rd ed., DGQ - Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V., Ed. Berlin: Beuth-Verlag, 2006</p> <p>Strömer, Mathematische Theorie der Zuverlässigkeit - Einführung und Anwendung. München, Wien: Oldenburg Verlag, 1983</p> <p>W. Mosch and W. Hauschild, Statistical Techniques for HV Engineering. London/Great Britain, United Kingdom: Peter Peregrinus, 1992</p> <p>Power &amp; Energy Society IEEE, "IEEE Guide for Field Testing and Evaluation of the Insulation of Shielded Power Cable Systems", IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers, Standard 400-2001 2001</p> <p>Andreas Küchler, Hochspannungstechnik. Berlin: Springer-Verlag, 2009</p> <p>G. Herold, Elektrische Energieversorgung I: Drehstromsysteme - Leistungen - Wirtschaftlichkeit., 3rd ed. Willburgstetten: J. Schlembach Fachverlag, 2011</p> <p>G. Herold, Elektrische Energieversorgung II: Parameter Elektrischer Stromkreise - Freileitungen und Kabel -</p> |

|  |                                                                             |
|--|-----------------------------------------------------------------------------|
|  | Transformatoren, 2nd ed. Willburgstetten: J. Schlembach<br>Fachverlag, 2008 |
|--|-----------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Photovoltaik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Kürzel                            | PV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lehrform / SWS                    | 4 SWS, Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Übung integriert, Praktikum (1 SWS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60 h, Selbststudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Fachsemester                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Bernd Hüttl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Bernd Hüttl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | EL, AU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Gemäß Vorrückensberechtigung nach SPO, §6 Abs. 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundlagen der Elektrotechnik, elektronischer Bauelemente, Physik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p><b>Fachliche Kompetenzen:</b></p> <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden die erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten einsetzen,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zur qualitativen und quantitativen Beschreibung der Wirkungsweise photovoltaischer Systeme,</li> <li>• zur Auslegung photovoltaische Systeme,</li> <li>• zur Erstellung von Ertragsprognosen für photovoltaische Anlagen bei Kenntnis der energiemeteorologischen Bedingungen,</li> <li>• zur Durchführung von Labormessungen, u.a. unter Standardbedingungen, an photovoltaischen Komponenten zur Bestimmung wesentlicher technischer Parameter.</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenzen:</b></p> <p>Nach der Veranstaltung können die Studierenden wesentliche Messmethoden der Photovoltaik sicher und praxistauglich anwenden.</p> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <b>Sozialkompetenzen:</b><br>Die praktische Arbeit in Projektgruppen entwickelt die Fähigkeit, Aufgabenstellungen im Team zu lösen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li> <b>Energiemeteorologie der Photovoltaik</b><br/>           Erlernung der spektralen, direkten und diffusen Eigenschaften der Solarstrahlung sowie des Solarenergieangebots auf geneigten photovoltaischen Generatoren und Erlernung des Einflusses von variablen Temperaturen auf Generatoren         </li> <li> <b>Halbleitertechnologische Aspekte von Solarzellen</b><br/>           Vertiefung des pn-Halbleitermodells und Anwendung auf Solarzellen, Umgang mit spezifischen Parametern von Solarzellen und Berechnung des Solarzellenzwirkungsgrades, Verschaltung von Solarzellen zu Modulen, Erlernung von Zelltechnologien (Herstellung, Eigenschaften, Anwendungen)         </li> <li> <b>Photovoltaische Systemtechnik</b><br/>           Erlernung der wesentlichen Komponenten von netzgekoppelten und autarken Anlagen (Generatoren, Stringtechnologien, Wechselrichter, Netzverknüpfungssysteme, Speicher und Energiemanagementsysteme) und Auslegung solcher Komponenten         </li> <li> <b>Ertragsberechnungen</b><br/>           Anstellung von Ertragsprognosen auf Basis der Einstrahlungsverhältnisse und der Systemtechnik, Bewertung der Wirtschaftlichkeit         </li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung und praktische Leistungsnachweise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | Übungsaufgaben für „MicroCredits“                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Medienformen                                   | Tafel, Beamer, Visualizer, Moodle-Plattform<br>Elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Literatur                                      | V. Quaschnig: Regenerative Energiesysteme, Hanser Verlag<br>H. Häberlin: Photovoltaik, VDE Verlag<br>V. Wesselak, T. Schabbach: Regenerative Energietechnik, Springer Verlag<br>K. Mertens: Photovoltaik, Hanser Verlag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Projekt Erneuerbare Energien 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Kürzel                            | En1Pr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Lehrform / SWS                    | Projektarbeit / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Fachsemester                      | 5 (oder 7)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Michael Rossner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Dozent(in)                        | Professoren aus der Elektro- und Informationstechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Nutzung in anderen Studiengängen  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Kenntnisse in den Pflichtmodulen der Erneuerbaren Energien. Grundlagen der Hochspannungstechnik, Elektrischen Energiewandlung und Thermodynamik liegen vor.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p><b>Fachliche Kompetenzen</b></p> <p>Nach der Veranstaltung haben die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefte Erfahrungen auf den Gebieten der Photovoltaik oder Leistungselektronik oder Hochspannungstechnik</li> <li>• Anwendung von spezifischen Simulationstools</li> <li>• Kenntnis spezifischer Messverfahren</li> <li>• Erstellung eigenständiger problembezogener Versuchsanordnungen</li> <li>• Auswertung und Interpretation komplexerer Messaufgaben</li> <li>• Eigenständiges, problembezogenes Recherchieren</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen</b></p> <p>Methodenkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekte aus dem Bereich der Erneuerbaren Energien planen und steuern</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> |

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekte im Team zu bearbeiten</li> </ul> Selbstkompetenz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekte hinsichtlich Ihrer Zeit- und Aufgabenverteilung selbstständig zu managen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                             |
| Lehrinhalte                                     | Wechselnde Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Erneuerbaren Energien werden bearbeitet. Die Projekte basieren auf folgenden Themenschwerpunkten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische und Magnetische Felder</li> <li>• Kopplung elektrischer und thermischer Phänomene</li> <li>• Spezielle Anforderungen der Messtechnik</li> <li>• Evaluierung großer Datenmengen</li> </ul> Verschiedene Simulationstools kommen zum Einsatz. |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen: | Projektarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Sonstige Leistungsnachweise                     | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Medienformen                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Literatur                                       | projektabhängig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Projekt Erneuerbare Energien 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Kürzel                            | En2 Pr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Lehrform / SWS                    | Projektarbeit / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Fachsemester                      | 5 (oder 7)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Michael Rossner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Dozent(in)                        | Professoren aus der Elektro- und Informationstechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Nutzung in anderen Studiengängen  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Kenntnisse in den Pflichtmodulen der Erneuerbaren Energien. Grundlagen der Hochspannungstechnik, Elektrischen Energiewandlung und Thermodynamik liegen vor.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p><b>Fachliche Kompetenzen</b></p> <p>Nach der Veranstaltung haben die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefte Erfahrungen auf den Gebieten der Photovoltaik oder Leistungselektronik oder Hochspannungstechnik</li> <li>• Anwendung von spezifischen Simulationstools</li> <li>• Kenntnis spezifischer Messverfahren</li> <li>• Erstellung eigenständiger problembezogener Versuchsanordnungen</li> <li>• Auswertung und Interpretation komplexerer Messaufgaben</li> <li>• Eigenständiges, problembezogenes Recherchieren</li> </ul> <p><b>Fachübergreifende Kompetenzen</b></p> <p>Methodenkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekte aus dem Bereich der Erneuerbaren Energien planen und steuern</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> |

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekte im Team zu bearbeiten</li> </ul> Selbstkompetenz <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projekte hinsichtlich Ihrer Zeit- und Aufgabenverteilung selbstständig zu managen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                             |
| Lehrinhalte                                     | Wechselnde Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Erneuerbaren Energien werden bearbeitet. Die Projekte basieren auf folgenden Themenschwerpunkten: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische und Magnetische Felder</li> <li>• Kopplung elektrischer und thermischer Phänomene</li> <li>• Spezielle Anforderungen der Messtechnik</li> <li>• Evaluierung großer Datenmengen</li> </ul> Verschiedene Simulationstools kommen zum Einsatz. |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen: | Projektarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Sonstige Leistungsnachweise                     | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Medienformen                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Literatur                                       | projektabhängig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Regelung elektrischer Antriebe und Stromrichter</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Kürzel                            | ReAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (2 SWS), Übung (1 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Fachsemester                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Angebotsturnus                    | halbjährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Omid Forati Kashani                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Omid Forati Kashani                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Vorkenntnisse über den Aufbau, Wirkungsweise und diverse Kennlinien der Gleichstrom-, Asynchron- und Synchronmaschinen so wie die Stromrichter aus den Fächern „Elektrische Antriebe und Netze“ und „Elektrische Antriebs- und Stromrichtertechnik“                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | Die Studierenden kennen die grundlegenden regelungstechnischen Aufgabenstellungen in der Antriebs- und Stromrichtertechnik und können diese Aufgaben analysieren und bearbeiten. Sie können das mechanische sowie das elektrische Teilsystem eines Antriebs, bestehend aus dem Stromrichter, der Antriebs- und der Lastmaschine, anhand ihrer Wirkungsweise mathematisch beschreiben und modellieren. Sie kennen das dynamische Modell der Gleichstrommaschine, der Synchron- und der Asynchronmaschine und des Stromrichters und können diese in Regelkreise integrieren, die Regelkreise analysieren und entsprechend der Gütekenngößen Regler für die Antriebe mit diesen Maschinen entwerfen. Die Studierenden kennen basierend auf den Regelungen der Drehstromantriebe die Regelung des netzseitigen Stromrichters (Gleichrichters) und können Regler für diesen Stromrichter entwerfen. Die Studierenden sind in der Lage durch Simulationen oder Praktikumsversuche ihre |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | Erkenntnisse zu verifizieren und ihre Kenntnisse zu vertiefen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Lehrinhalte | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Aufgabenstellungen in der Antriebs- und Stromrichtertechnik</li> <li>• Mechanisches Teilsystem (Modellbildung beim starren Verbund und beim Zweimassenschwinger, Torsionsmoment einer zylindrischen Welle, Prinzipielle Drehzahlregelung eines starren Verbunds aus der elektrischen Antriebsmaschine und der Lastmaschine, Regelungstechnische Gütekriterien, Reglerentwurf nach symmetrischem und dem Betrags-Optimum)</li> <li>• Elektrisches Teilsystem bei der Gleichstrommaschine (Rückblick über die Wirkungsweise der Gleichstrommaschine, Modellbildung der Gleichstrommaschine)</li> <li>• Regelung eines Antriebs mit der Gleichstrommaschine (Drehzahl- und Moment, bzw. Stromregelung der Gleichstrommaschine, Gütekriterien und Reglerentwurf, Wirkungsweise und Regelung der bürstenlosen Gleichstrommaschine)</li> <li>• Elektrisches Teilsystem bei den Drehstrommaschinen (Funktionsweise und Modellbildung der Synchron- und Asynchronmaschinen, Raumzeiger, Raumzeigerdarstellung der Ströme und der Spannungen dreiphasiger Wicklungssysteme, Transformation und Rücktransformation zwischen dem Polar- und dem kartesischen Koordinatensystem, Transformation und Rücktransformation zwischen ortsfestem und rotierendem Koordinatensystem, Wirk- und Blindleistung mit Raumzeigerkomponenten)</li> <li>• Regelung eines Antriebs mit den Drehstrommaschinen (Stromregelung im rotierenden Koordinatensystem, Beschreibung der Regelstrecke, Entkopplung der momentbildenden und feldbildenden Stromregelkreise)</li> <li>• Regelung der Synchronmaschine (Synchronmotor mit Frequenzsteuerung, dynamische Beschreibung der Synchronmaschine im rotororientierten Koordinatensystem, rotorflussorientierte Regelung, statorflussorientierte Regelung, Stromrichtermotor)</li> <li>• Regelung der Asynchronmaschine (Asynchronmaschine mit Spannungs-Frequenz-Steuerung, Asynchronmotor mit Statorstrom-Rotorfrequenzsteuerung, Modell der Asynchronmaschine im rotorflussorientierten</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <p>Koordinatensystem, rotorfluss- bzw. feldorientierte Regelung der Asynchronmaschine, indirekte Feldorientierung, Rotorflussermittlung durch Spannungs- bzw. Strommodell, Kombination der Spannungs- und Strommodelle)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelung des netzseitigen Stromrichter (Anforderungen an dem netzseitigen Stromrichter, Rückblick über den netzgeführten und selbstgeführten Stromrichter, Steuerung eines selbstgeführten Stromrichter, Regelung eines kreisstromfreien bzw. kreisstrombehafteten Umkehrstromrichter, Stromregelkreis des netzseitigen selbstgeführten Stromrichter im rotierenden Koordinatensystem, Netzsynchroisation durch PLL, Raumzeigermodulation)</li> <li>• Ist-Wert-Erfassung bei der Regelung elektrischer Antriebe und Stromrichter (Stromerfassung, Spannungserfassung, Lage- bzw. Drehzahlerfassung)</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung (90 Minuten) und praktische Leistungsnachweise                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | Keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Medienformen:                                  | <p>Tafel, Overhead/Beamer/ Visualizer/ Whiteboard</p> <p>Elektronisch bereitgestellte Arbeitsunterlagen und Übungsaufgaben, praktische Übungen am Prüfstand im Labor</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Literatur:                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Werner Leonard, Regelung elektrischer Antriebe, Springer Verlag, 2000</li> <li>- Dirk Schröder, Elektrische Antriebe - Grundlagen, Springer Verlag, 2009</li> <li>- Dirk Schröder, Elektrische Antriebe - Regelung von Antrieben, Springer Verlag, 1994</li> <li>- Gerhard Pfaff, Regelung elektrischer Antriebe I – Eigenschaften, Gleichungen und Strukturbilder der Motoren, Oldenburg Verlag, 1991</li> <li>- Gerhard Pfaff, Regelung elektrische Antriebe II – Geregelte Gleichstromantriebe, Oldenburg Verlag, 1988</li> <li>- Helmut Späth, Steuerverfahren für Drehstrommaschinen: Theoretische Grundlagen, Springer Verlag, 1983</li> </ul>                                                                                                                                                                                       |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Regelungstechnik 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Kürzel                            | Rt2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Lehrform / SWS                    | Pr / 2 SWS, Seminar / 2 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Fachsemester                      | 6 oder 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Angebotsturnus                    | halbjährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Kühnlenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Kühnlenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL und EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Mathematik 1 und 2, Programmieren 1 und 2, Regelungstechnik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Lehrveranstaltung Moderne Methoden der Regelungstechnik (Seminar):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen und verstehen ausgewählte Methoden der modernen Regelungstechnik, u.a. Zustandsregelung, Polplatzierung, Adaptive Regelung, Modellprädiktive Regelung, Beobachter.</li> </ul> <p>Lehrveranstaltung Praktikum Regelungstechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sie können Streckenparameter, die das Übertragungsverhalten bestimmen, messtechnisch ermitteln.</li> <li>Sie können einen Reglerentwurf theoretisch und simulationsgestützt durchführen.</li> <li>Sie können für unterschiedliche Regelstrecken einen Regelkreis in Betrieb setzen und die Reglerparameter hinsichtlich Führungs- oder Störverhalten optimieren.</li> <li>Sie können die Stabilität von Regelkreisen beurteilen und wissen, durch welche Maßnahmen diese ggf. verbessert werden kann.</li> </ul> |
| Lehrinhalte                       | Das Modul besteht aus zwei Lehrveranstaltungen:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Methoden der Regelungstechnik (Seminar, 2 SWS)</li> <li>• Praktikum Regelungstechnik (Pr, 2 SWS).</li> </ul> <p>Inhalte Moderne Methoden der Regelungstechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselnde Inhalte der modernen Regelungstechnik, z.B. Zustandsregelung, Polplatzierung, Adaptive Regelung, Modellprädiktive Regelung, Beobachter und weitere.</li> <li>• Jeder Teilnehmer präsentiert ein methodisches Thema in Form eines Lehrvortrags auf Basis einer Folienpräsentation und erstellt ein didaktisch aufbereitetes Handout für die übrigen Teilnehmer. Das Thema wird in einer anschließenden Gruppendiskussion vertieft.</li> </ul> <p>Inhalte Praktikum Regelungstechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Praktikumsteil beinhaltet praktische Versuche zur Streckenmodellierung, Parameteridentifikation, und Reglersynthese.</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Studienbegleitender Leistungsnachweis (ca. 30min Lehrvortrag und Handout) und praktische Teilstudienarbeit (Praktikumsausarbeitung). Die Endnote wird zu gleichen Teilen aus den beiden Einzelnoten gebildet. Ein Nichtbestehen bei einer der Teilleistungen führt zu einem Nichtbestehen des Moduls.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Medienformen:                                  | Elektronisch bereitgestellte Versuchsunterlagen, Versuchsaufbauten im Labor, Simulationsprogramme am Rechner, Software/Programmiersprache Matlab/Simulink, Beamer und Tafel/Whiteboard, praktische Übungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Literatur:                                     | Wissenschaftliche Veröffentlichungen zum jeweiligen Thema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Seminar wissenschaftliches Arbeiten</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Kürzel                            | WASem                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lehrform / SWS                    | Seminar / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 30h, Selbststudium: 120h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Fachsemester                      | 5, 6 oder 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Angebotsturnus                    | halbjährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Kolja Kühnlenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Kolja Kühnlenz und weitere Professoren der Fakultät                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Sprache                           | Deutsch, Englisch (themenbezogen)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Die Teilnehmer besitzen die notwendigen methodischen und überfachlichen Fertigkeiten, um selbständig wissenschaftliche Seminararbeiten zu anspruchsvolleren Themen in ingenieurwissenschaftlichen und angrenzenden Bereichen zu erarbeiten.</p> <p>Sie können mit wissenschaftlicher Literatur arbeiten (z.B. recherchieren, kategorisieren, priorisieren, zitieren), die Quellen kritisch bewerten und schriftlich einem Fachpublikum präsentieren.</p>                                                        |
| Lehrinhalte                       | <p>Die Teilnehmer erarbeiten studienbegleitend selbständig Seminararbeiten zu einem anspruchsvolleren wissenschaftlichen Thema aus Grundlagenbereichen oder zum Stand der aktuellen Forschung und Technik. Die Ausarbeitung fasst die wesentlichen Aspekte des Themas zusammen, diskutiert diese und liefert eine Quellenübersicht.</p> <p>Zu Beginn der Veranstaltung erhält jeder Teilnehmer ein wiss. Thema, zu dem er unter Verwendung selbst recherchierter wiss. Literatur die schriftliche Ausarbeitung</p> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <p>anfertigt. Vor Beginn des Seminars wird vom jeweiligen Dozenten bekannt gegeben, wie die einzelnen Leistungen zur Ermittlung der Note gewichtet werden.</p> <p>Die Lehrenden unterstützen die Studierenden beim Erlernen der fachlichen und wissenschaftlichen Fertigkeiten.</p> <p>Das Seminar bereitet methodisch auch auf die Bachelorarbeit vor, im Rahmen derer regelmäßig ebenfalls der eigene Beitrag in den existierenden Stand von Forschung und Technik einzubetten ist.</p> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Seminararbeit (mind. 30 Seiten).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Medienformen:                                  | Wissenschaftliche Veröffentlichungen zum jeweiligen Thema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Literatur:                                     | Wissenschaftliche Veröffentlichungen zum jeweiligen Thema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Signalprozessoren</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Kürzel                            | Sp                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Lehrform / SWS                    | 4 SWS:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>- Seminaristischer Unterricht (2 SWS),</li> <li>- Praktikum (2 SWS)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Fachsemester                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Angebotsturnus                    | Jährlich (Sommersemester)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Markus Hager                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Markus Hager                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | EL, AU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Mikrocomputertechnik, Signale und Systeme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p><b>Fachkompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden erlangen fundiertes fachliches <b>Grundlagenwissen</b> ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in der Anwendung von <b>Signalprozessoren</b>: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Sie erkennen die Abgrenzung zu klassischen Mikrocontrollern und die Notwendigkeit von Signalprozessoren in der digitalen Signalverarbeitung (DSV).</li> </ul> </li> <li>- im Aufbau von <b>informationsverarbeitenden, digitalen Systemen</b>: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Sie können die grundlegenden Begriffe (z.B. Signale und Systeme) und Konzepte (z.B. Diskretisierung und Codierung) der (digitalen) Signalverarbeitung benennen und erklären.</li> <li>o Sie erkennen die Vorteile der digitalen Signalverarbeitung und können typische Anwendungen nennen.</li> <li>o Sie können unterschiedliche Wandlungsprinzipien nennen, erklären und bewerten.</li> </ul> </li> </ul> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sie erkennen die Notwendigkeit der Bandbegrenzung von abgetasteten Signalen (Aliasing)</li> <li>- in der für die DSV notwendigen <b>Zahlenarithmetik</b> und <b>Prozessorarchitektur</b> (Befehlssatz) eines Signalprozessors: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sie können die verschiedenen Zahlenformate darstellen, umrechnen und hinsichtlich der Dynamik des Wertebereichs, Auflösung und Genauigkeit bewerten.</li> <li>○ Sie können die für die DSV relevante Zahlenarithmetik (z.B. Sättigung) benennen, beschreiben und in einem Signalprozessor anwenden (erweiterter Befehlssatz, Floating-Point Unit, ...).</li> </ul> </li> </ul> <p>Die Studierenden erlernen und üben die <b>Anwendung</b> von Signalprozessoren, insbesondere ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in der <b>Entwicklung/Programmierung</b> von <b>DSV-Algorithmen</b> in Signalprozessoren: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sie können die in der Digitalen Signalverarbeitung (DSV) übliche mathematische Beschreibungen von Algorithmen verstehen und in praktische Programme (Programmiersprache C) umsetzen.</li> <li>○ Sie verstehen den Zweck und die Grundlagen der diskreten Faltung und können damit zeitdiskrete lineare System beschreiben.</li> <li>○ Sie können diskrete Signale im Frequenzbereich analysieren (DFT) und verändern (digitale Filter).</li> <li>○ Sie können die Leistungsfähigkeit und die Komplexität verschiedener DSV-Algorithmen (z.B FFT) bewerten.</li> </ul> </li> <li>- in der Analyse und Umsetzung von <b>Realzeiteigenschaften</b>: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sie können Messungen im Zeit- und Frequenzbereich durchführen (Oszilloskop) und interpretieren.</li> </ul> </li> <li>- die Verwendung moderner <b>Entwicklungs- und Debugging Werkzeuge</b>: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sie können einfache Algorithmen der DSV programmieren und beherrschen den Umgang mit den entsprechenden Werkzeugen (Assembler/Compiler, Linker, IDE).</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <p>Die Studierenden erlangen durch die Durchführung kleinerer SW-Projekte im Labor ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Strategien zur <b>Problemlösung</b>: Sie können komplexe Sachverhalte einfach darstellen. Sie können Anforderungen analysieren und in eine technische Realisierung umsetzen (Top-Down-Denken).</li> </ul> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Methoden der <b>Fehlersuche</b>: Sie können systematisch mit modernen Werkzeugen (Debugger, Oszi, Logikanalysator) Fehler im Quellcode erkennen und beheben.</li> <li>- Bewertung der <b>Software-Qualität</b>: Sie erkennen die Notwendigkeit strukturierter und dokumentierter Softwareerstellung. Sie können verständlichen Code erstellen und kennen typische Modelle zur Beschreibung von Software (Flussdiagramm, Sequenzdiagramm, Zustandsdiagramm).</li> <li>- die Befähigung zur <b>selbständigen</b> Aneignung und <b>Anwendung</b> (wissenschaftlicher) Erkenntnisse: Sie können einschlägige (englischsprachige) Literatur, insbesondere Datenblätter und Manuals lesen und verstehen.</li> </ul> <p><b>Persönliche Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden erlangen Sozial- und Selbstkompetenz durch ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die <b>teamorientierte Projektarbeit</b>: Sie können im Team Aufgabenstellungen im Umfeld der Digitalen Signalverarbeitung entwickeln, implementieren und diskutieren.</li> <li>- <b>persönliches Zeitmanagement</b>: Sie können sich im Rahmen der Vor- und Nachbereitung der Seminare, der Praktika und der Prüfung Ihre persönliche Arbeitsweise strukturieren und optimieren.</li> </ul> |
| Lehrinhalte | <p><b>Theorie</b></p> <p>Fouriertransformation, Interpretation von Spektren und Spektrogrammen, Abtasttheorem, AD-DA-Wandlung, Quantisierung, Zeitdiskrete lineare Systeme (LTI Systeme), Z-Transformation, Übertragungsfunktion, digitale Filter, Diskrete Fourier-Transformation, Fast Fourier Transformation.</p> <p><b>Hardware /Software:</b></p> <p>Digitaler Signalprozessor (DSP), Einsatz, Aufbau, Speicherorganisation, Assemblerbefehle, Daten-ALU, Zahlenformate, Arithmetik, Formatkonvertierung, Rundungsproblematik, Datenkonversion (CODEC), Echtzeitanwendungen (Signalflussdiagramme), Interruptkonzepte</p> <p><b>Praktikum:</b></p> <p>Programmierung von DSV-Algorithmen, Tools zum Filterentwurf (MATLAB, Signal Processing Toolbox), Erprobung grundlegender Prinzipien der Signaltheorie, Echtzeitanwendungen z.B. Digitale Filter (FIR, IIR), Spektralanalysen (DFT, FFT), Laufzeitglieder,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | Korrelationen, Einsatz von Werkzeugen zur Simulation, Programmierung und Debuggen, Messtechnische Erfassung des Echtzeitverhaltens.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung (schrP) 90 min und praktische Studienarbeit (prStA, Versuche und Befragungen)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Medienformen                                   | Folien (Beamer, Zoom) / Tafel / Laborbenutzung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Literatur                                      | <p>Steven W. Smith: The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing, online unter <a href="http://www.dspguide.com">http://www.dspguide.com</a>.</p> <p>Donald S. Reay: Digital Signal Processing Using the ARM Cortex M4, Wiley 2015 ISBN: 978-1-118-85904-9.</p> <p>D. von Grünigen: Digitale Signalverarbeitung mit einer Einführung in die kontinuierlichen Signale und Systeme, Hanser Verlag, 2008 (als eBook in Bibliothek verfügbar).</p> <p>H. Roderer, A. Pecher, Digitale Signalverarbeitung, Vogel Buchverlag, 2010.</p> <p>M. Werner, Digitale Signalverarbeitung mit MATLAB, Vieweg Verlag, 2003.</p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Softwareentwurf in der Automatisierungstechnik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Kürzel                            | SwAu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (2 SWS), Übung (1 SWS), Praktikum (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Fachsemester                      | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr.-Ing. Matthäus Brela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EN, EL, IF, VC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Zulassungsvoraussetzungen         | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundlagen der Digitaltechnik, Automatentheorie, Zustandsgraphen, Steuerungs- und Regelungstechnik, Kenntnis einer höheren Programmiersprache                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sollen die Methoden und Programmiertechniken der industriellen Steuerungstechnik kennenlernen und einfache Automatisierungsaufgaben in den verschiedenen Programmiersprachen der IEC 61131 selbständig lösen können.</li> <li>• Studierende sind in der Lage ein Steuerungsprogramm zu strukturieren, Modellierungssprachen der UML anzuwenden, objektorientiert zu programmieren, wiederverwendbaren Code zu schreiben, Bibliotheken zu erstellen und Programmierungsfehler zu bereinigen.</li> <li>• Kennenlernen der Funktionsweise serieller Datenkommunikation in der Automatisierungstechnik und Projektierung einer Buskommunikation.</li> <li>• Kennenlernen der Mensch-Maschine-Schnittstelle und der Methoden für Projektierung und Erstellung von Bedienoberflächen für Industriesteuerungen</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Steuerungstechnik</b><br/>Konfiguration von Steuerungen, Kommunikation in der Automatisierungstechnik, Feldbussysteme, verteilte Systeme nach IEC 61499, Methoden des Programmierens nach IEC61131-3 in Strukturiertem Text.</li> <li>• <b>Entwurf von Visualisierungen</b><br/>Bedienen und Beobachten, Visualisierungselemente, Elementverknüpfung, Steuerung mit Visualisierungen, Überwachung, Analyse, erstellen einfacher Bedienoberflächen.</li> <li>• <b>Softwareentwurf</b><br/>V-Modell, Verwendung der Ablaufsprache zur Schritkettenprogrammierung, Erstellung von Klassendiagramm und deren Anwendung, Erstellung von Zustandsdiagramm und deren Anwendung.</li> <li>• <b>Objektorientierte Programmierung</b><br/>Aufbau, Entwurf und Programmierung von Klassen, Anwendung von Objekte, Kapselung, Vererbung, Ableitung, Zugriffsmodifizierungen, Konstruktoren, Destruktoren, Properties, Referenzen, Interfaces, virtuelle und abstrakte Methoden, Rezeptverwaltung.</li> <li>• <b>Wiederverwendbarkeit</b><br/>Erstellung von Bibliotheken, Fehlerhandhabung, Verwendung von Pragmas, Programmierrichtlinien</li> <li>• <b>Praktikum:</b><br/>Kommunikation (Protokolle), Greifersteuerung (Visualisierung), Greifersteuerung (Ablaufsteuerung), Betriebszustände (Zustandsdiagramm), Objektorientierte Programmierung (Klassendiagramm), Bibliotheken (Interface), Inbetriebnahme.</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung 90 Min. und praktischer Leistungsnachweis (3:1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Medienformen:                                  | Beamer und Tafel/Whiteboard, Simulationsprogramme, elektronische Skripten und Arbeitsunterlagen, praktische Übungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Literatur:                                     | <p>Günther Wellenreuther / Dieter Zastrow: Automatisieren mit SPS, Vieweg Verlag Wiesbaden 4. Auflage 2008, EAN 978-3-8348-0231-6</p> <p>Karl-Heinz John, Michael Tiegelkamp, SPS-Programmierung mit IEC 61131-3, Konzepte und Programmiersprachen, Anforderungen an</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Programmiersysteme, Entscheidungshilfen. VDI-Buch, Springer-Verlag 4. Auflage 2009, EAN 978-3-6420-0268-7</p> <p>Eberhardt Grötsch, SPS - Speicherprogrammierbare Steuerungen, Oldenbourg Verlag München 5. Auflage 2004, EAN 978-3-8356-7043-3</p> <p>Raimond Pigan, Mark Metter (Absolvent unserer Fakultät), Automatisieren mit PROFINET: Industrielle Kommunikation auf Basis von Industrial Ethernet, Publicis Corporate Publishing Erlangen, 2. Auflage 2008</p> <p>Michael Braun, Objektorientiertes Programmieren, Grundlagen, Programmierbeispiele und Softwarekonzept nach IEC61131-3, Publicis Pxelpark Erlangen, 2016, ISBN 978-3-89578-455-2.</p> <p>PLCopen: <a href="http://www.plcopen.org">www.plcopen.org</a></p> <p>sowie weitere Bücher und URL Links</p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Strömungsmechanik</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Kürzel                            | Stm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Integrierte Übungen (1 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Fachsemester                      | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Philipp Eppele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Philipp Eppele                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Nutzung in anderen Studiengängen  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Grundlagen der Physik und Mathematik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Den Druck in hydrostatischen Systemen berechnen</li> <li>- Kräfte und Momente in hydrostatischen Systemen berechnen</li> <li>- die eindimensionale Kontinuitätsgleichung für Rohrströmungen anwenden</li> <li>- Die stationäre und instationäre Energiegleichung (Bernoulli-Gleichung) für verschiedene Systeme anwenden</li> <li>- Kräfte und Momente in Rohrleitungen mit dem Impulssatz berechnen</li> <li>- den Wärmeübergang durch Wärmeleitung für einfache Systeme berechnen</li> </ul> |
| Lehrinhalte                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundbegriffe, Hydrostatik</li> <li>- Fluid Kinematik</li> <li>- Inkompressible Strömungen, Stromfadentheorie</li> <li>- Kontinuitätsgleichung, Energiegleichung (Bernoulli)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Impulssatz</li> <li>- Grundlagen der viskosen Strömungen</li> <li>- Elemente der laminaren und turbulenten Strömungen</li> <li>- Rohrströmungen</li> <li>- Wärmeübertragung: Wärmeleitung</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen: | Schriftliche Prüfung, 90 Minuten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Sonstige Leistungsnachweise                     | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Medienformen:                                   | Tafelanschrift, Beamer, ergänzende schriftliche Unterlagen, Videos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Literatur:                                      | <p>[1] Bohl, W., Elmendorf, W.: Technische Strömungslehre, 13. durchgesehene Auflage, Vogel Buchverlag, Würzburg, 2005</p> <p>[2] Becker, E.: Technische Strömungslehre, Teubner Verlag, Stuttgart, 1969</p> <p>[3] Becker, E., Piltz, E.: Übungen zur Technischen Strömungslehre, Teubner Verlag, Stuttgart, 1971</p> <p>[4] Böswirth, L.: Technische Strömungslehre, 8. Auflage, Vieweg+Teubner, Wiesbaden 2010</p> <p>[5] Durst, Franz: Grundlagen der Strömungsmechanik - Eine Einführung in die Theorie der Strömungen in Fluiden, Springer Verlag, Berlin, 2006</p> <p>[6] Fox, Robert W., McDonald, Alan T.: Introduction to Fluid Mechanics, Fifth Edition, John Wiley &amp; Sons, Inc., New York, 1998</p> <p>[7] Kuhlmann, Hendrik: Strömungsmechanik, Pearson Studium Verlag, 2007</p> <p>[8] Kümmel, W.: Technische Strömungsmechanik - Theorie und Praxis, Teubner Verlag, 2007</p> <p>[9] Oertel Jr., Herbert und Böhle, Martin: Strömungsmechanik - Grundlagen, Grundgleichungen, Lösungsmethoden, Softwarebeispiele, 2. Überarbeitete und erweiterte Auflage, Vieweg &amp; Sohn</p> <p>[10] Siekmann, Helmut E.: Strömungslehre für den Maschinenbau, Technik und Beispiele, Springer Verlag Berlin, 2001</p> <p>[11] Sigloch, Herbert: Technische Fluidmechanik, VDI-Verlag, 1996</p> <p>[12] Zierep, J, Bühler, K.: Grundzüge der Strömungslehre, 8. Auflage, Vieweg+Teubner, 2010</p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Verfahren und Anwendungen der Feldsimulation</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Kürzel                            | VAFs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht mit integrierter Übung (1 SWS),<br>Rechnerpraktikum (3 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Leistungspunkte                   | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Fachsemester                      | 5-7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Angebotsturnus                    | halbjährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr.-Ing. Alexander Stadler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr.-Ing. Alexander Stadler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | AU, EE, EL, EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Mathematik, Grundlagen der Elektrotechnik, PC- und Programmier-Grundkenntnisse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse: Verfahren und Anwendungen der Feldsimulation zur Lösung praktischer Probleme, Vertiefung der Feldlehre-Grundkenntnisse, Aufbau von Matlab-Skripten und –Funktionen, bildhafte Darstellung von zwei- und dreidimensionalen Feldgrößen, numerische Integration über Linien, Flächen und Volumen.</li> <li>• Fertigkeiten: Vereinfachung praktischer Feldprobleme, Erstellen einfacher Matlab-Skripten und -Funktionen zur Auswertung vorgegebener Feldansätze, numerische Auswertung der Ansätze auf Rändern und in Gebieten, strukturierte Fehlersuche im Programm durch Verwendung der Matlab-Hilfefunktion und Vergleich der Lösungen mit bekannten Näherungsformeln.</li> <li>• Kompetenzen: Fremden Programmcode analysieren und zur Lösung neuer Aufgabenstellungen modifizieren, Vertiefung der Feldlehre-Grundkenntnisse durch die bildhafte Darstellung und numerische Auswertung der Feldgrößen, Umgang mit neuen, unbekannten mathematischen Funktionen.</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Matlab</li> <li>• Praxisbeispiele und Wiederholungsübungen</li> <li>• Programmieraufgaben zur Elektro- und Magnetostatik, dem Strömungsfeld sowie dem Induktionsgesetz und den Maxwell'schen Gleichungen</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung (90 min) und Seminarvortrag (Masterstudiengänge)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Medienformen:                                  | Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer, gedrucktes Übungsskript und Programmierübungen im Rechnerraum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Literatur:                                     | <p>H. Buchholz, Elektrische und magnetische Potentialfelder, Springer-Verlag, 1957, ISBN-10: 3642480659</p> <p>G. Lehner, Elektromagnetische Feldtheorie: für Ingenieure und Physiker, Springer-Verlag, 6. Auflage, 2008, ISBN-10: 3540776818</p> <p>G. Mrozynski, Elektromagnetische Feldtheorie – Eine Aufgabensammlung, Vieweg+Teubner Verlag, 1. Auflage, 2003, ISBN-10: 3519004399</p> <p>M. Abramowitz, I. Stegun, Handbook of Mathematical Functions, Dover Publications Inc., 9<sup>th</sup> Edition, 1970, ISBN-10: 0486612724</p> <p>J. D. Jackson, Classical Electrodynamics, John Wiley &amp; Sons, 3<sup>rd</sup> Edition, 1998, ISBN-10: 047130932X</p> <p>W. B. Smythe, Static and Dynamic Electricity, Taylor &amp; Francis, 3<sup>rd</sup> Edition, 1989, ISBN-10: 0891169172</p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Wasserstoffbasierte Energieträger und Technologien</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Kürzel                            | WabEnT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Lehrform / SWS                    | 4 SWS, Seminaristischer Unterricht (3 SWS), Übung integriert, Praktikum (1 SWS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60 h, Selbststudium: 90 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Fachsemester                      | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Bettina Friedel                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Dozent(in)                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | EL und AU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs.2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Elektrotechnische und physikalische Grundkenntnisse                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p><b>Fachliche Kompetenzen:</b><br/>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die klima-politische Motivation für den Ausbau von grünem Wasserstoff als Energieträger, sowie die Herausforderungen in der Umsetzung und seiner wirtschaftlichen/gesellschaftlichen Akzeptanz</li> <li>• kennen die Methoden der Wasserstofferzeugung und können sie hinsichtlich ihrer CO<sub>2</sub>-Neutralität bewerten</li> <li>• können Aufbau und Prozesse von Elektrolyse-/Brennstoffzellen verschiedener Typen und für verschiedene Wasserstoff-basierte Brennstoffe wiedergeben</li> <li>• verstehen die Mechanismen innerhalb von Elektrolyse-/Brennstoffzeleinheiten von der MEA bis hin zum Stack, und können damit Folgen von Betriebsbedingungen oder Schäden auf Kennlinien, Leistungsverhalten und Energiebilanz voraussagen</li> <li>• können die Typen/Systeme hinsichtlich ihrer Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit für mobile oder stationäre Einsatzbereiche einschätzen</li> </ul> |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die grundlegenden Methoden und Herausforderungen für Wasserstoff-Transport und Speicherung</li> <li>• sind mit Normen und Sicherheitsgrundlagen im Handling von Wasserstoff und seinen Verbindungen vertraut</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Elektrolyse/Brennstoffzell-Systeme zu planen und ihre Performance vorauszusagen</li> <li>• bestehende Systeme mittels Messtechnik auf Funktionalität, Leistung und Verluste hin zu analysieren</li> </ul> <p><b>Sozialkompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die praktische Arbeit in Gruppen fördert die Aufgabenlösung im Team</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Lehrinhalte | <p><b>Motivation und Basics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimatisch-politische Motivation für vermehrte Implementierung von "grünen" H<sub>2</sub>-basierten Energieträgern</li> <li>• Überblick H<sub>2</sub>-Nutzung - Akzeptanz und Status quo</li> <li>• Vorkommen, chemische und physikalische Eigenschaften des Wasserstoffs</li> <li>• Übersicht Erzeugungsmethoden für Wasserstoff und ihre "bunte" Klassifikation</li> </ul> <p><b>Elektrochemische H<sub>2</sub>-Erzeugung und -Nutzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crashkurs: Elektrolyse- vs. galvanische Zelle, ihre Thermodynamik und Kinetik</li> <li>• Typen und Funktionsweise von Elektrolyse-/Brennstoffzellen (PEM, AEL, SOEC, mikrobiolog.)</li> <li>• Betriebsmodi und -bedingungen</li> <li>• Brennstoffe: H<sub>2</sub> und seine Verbindungen (Erdgas, Biogas, Methanol, Ammoniak),</li> <li>• Stacks: Verschaltung mehrerer Elektrolyse- bzw. Brennstoffzellen</li> <li>• Messtechnik und Funktionsanalyse an Elektrolyse-/Brennstoffzellen und Stacks</li> <li>• Kennlinien und Einflussparameter, Energiebilanz und Wirkungsgrade</li> <li>• Komponententalterung und Failure Diagnose</li> </ul> <p><b>Essenzielle Aspekte beim (groß)technischen Handling:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transport und Speicherung</li> </ul> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• stationäre und mobile Nutzung, Sektorenkopplung</li> <li>• Metrologie/Normung, Sicherheit</li> </ul>                                                                                               |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Schriftliche Prüfung und praktischer Leistungsnachweis                                                                                                                                                                                      |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | Übungsaufgaben                                                                                                                                                                                                                              |
| Medienformen                                   | Tafel, Beamer, Visualizer, Moodle-Plattform, elektronisch bereitgestellte „Handouts“ und Übungsaufgaben                                                                                                                                     |
| Literatur                                      | <p>P. Kurzweil, Brennstoffzellentechnik, Springer Vieweg 2016</p> <p>R. Neugebauer, Wasserstofftechnologien, Springer Vieweg 2022</p> <p>T. Schmidt, Wasserstofftechnik: Grundlagen, Systeme, Anwendung, Wirtschaft, Hanser Verlag 2022</p> |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Windenergie</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Kürzel                            | We                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lehrform / SWS                    | Seminaristischer Unterricht (2 SWS), Übung (2 SWS) / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Leistungspunkte                   | 5 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 60h, Selbststudium: 90h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Fachsemester                      | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Michael Rossner                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Dozent(in)                        | Prof. Dr. Philipp Epple, Prof. Dr. Omid Forati Kashani                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Sprache                           | Deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Nutzung in anderen Studiengängen  | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Vorrückensberechtigung nach §6 Abs. 2 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Inhaltliche Voraussetzungen       | Vorkenntnisse über Maschinen und Stromrichter sind von Vorteil.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p>Studierende beherrschen die aerodynamische Berechnung und die Auslegung von Windturbinen.</p> <p>Sie kennen die Erzeugungswege der elektrischen Energie durch Synchrongeneratoren, Asynchrongeneratoren oder doppelt gespeiste Drehstrommaschinen und die Anwendung der relevanten Stromrichter für die Anbindung der Generatoren ans Netz.</p>                                                                                                                                                                                              |
| Lehrinhalte                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Themen über Strömungslehre und Mechanik: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Strömungsmechanik: Kontinuitätsgleichung, Energiegleichung und Impulsgleichung</li> <li>- Widerstandsläufer</li> <li>- Auftriebsläufer</li> <li>- Klassifizierung der Windturbinen</li> <li>- Der Wind: Windleistung, atmosphärische Grenzschicht, bodennahe Grenzschicht, Höhenprofil des Windes, Häufigkeitsverteilung und Verteilungsfunktionen, Windmessung und Auswertung</li> </ul> </li> </ul> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auslegung von Windturbinen nach Betz: lineare Impulstheorie</li> <li>- Tragflügeltheorie, Winddreiecke, Luftkräfte am rotierenden Flügel</li> <li>- Betzsche Optimalauslegung</li> <li>- Verluste: Profilverluste, Tip-Verluste, Drallverluste</li> <li>- Auslegung von Windturbinen nach Schmitz unter Berücksichtigung der Drallverluste</li> <li>- Kennfeldberechnung und Teillastverhalten</li> <li>- Dimensionslose Darstellung der Kennlinien</li> <li>- Schnell- und Langsamläufer</li> <li>- Turbinenkennfelder</li> <li>- Verhalten von Schnellläufer bei Pitchverstellung</li> <li>- Anlauf- und Leerlaufbereich</li> <li>- Grenzen der Blattelementmethode und dreidimensionale Berechnungsverfahren</li> <li>- Dynamische Strömungsablösung</li> <li>- Singularitätenverfahren</li> <li>- Numerische Strömungssimulation</li> <li>- Modellgesetze und Ähnlichkeitsregeln</li> <li>• Themen über Generatoren und Stromrichtertechnik: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Erzeugung des Drehfeldes und des dreiphasigen Spannungssystems.</li> <li>- Synchronmaschine, Arten, Aufbau, Wirkungsweise und Kennlinien</li> <li>- Asynchronmaschine, Arten, Aufbau, Wirkungsweise und Kennlinien</li> <li>- Doppelt gespeiste Drehstrommaschine, Aufbau, Wirkungsweise und Kennlinien</li> <li>- Stromrichtertopologien für die Windkraftanlagen, ihre Wirkungsweise und Kennlinien</li> <li>- Regelung des Asynchron- und Synchrongenerators und der doppelgespeisten Drehstrommaschine zusammen mit Stromrichter</li> <li>- Dynamisches Verhalten der Generator-Stromrichter-Einheit am Netz</li> <li>- Oberschwingungen durch Stromrichtereinspeisung am Netz</li> </ul> </li> </ul> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 4. Abschlussarbeiten

|                                                |                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                               | <b>Bachelorarbeit</b>                                                                                                                                                                             |
| Kürzel                                         | BA                                                                                                                                                                                                |
| Lehrform / SWS                                 | Durchführung und Niederschrift einer wissenschaftliche Arbeit und Seminar                                                                                                                         |
| Leistungspunkte                                | 12 ECTS                                                                                                                                                                                           |
| Arbeitsaufwand                                 | Selbststudium: 360h                                                                                                                                                                               |
| Fachsemester                                   | 7                                                                                                                                                                                                 |
| Angebotsturnus                                 | halbjährlich                                                                                                                                                                                      |
| Dauer des Moduls                               | einsemestrig                                                                                                                                                                                      |
| Modulverantwortliche(r)                        | Prof. Dr. Michael Rossner                                                                                                                                                                         |
| Dozent(in)                                     | Betreuer der Bachelorarbeit (Professoren der Fakultät)                                                                                                                                            |
| Sprache                                        | Deutsch, englisch                                                                                                                                                                                 |
| Nutzung in anderen Studiengängen               |                                                                                                                                                                                                   |
| Zulassungsvoraussetzungen                      | Gemäß Vorrückensberechtigung nach SPO, §6 Abs. 2                                                                                                                                                  |
| Inhaltliche Voraussetzungen                    |                                                                                                                                                                                                   |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen              | Fachlich-methodische Ziele:<br>Der Studierende ist in der Lage, eine komplexe Aufgabenstellung aus seinem Studiengang selbstständig auf wissenschaftlicher Grundlage zu bearbeiten bzw. zu lösen. |
| Lehrinhalte                                    | Abhängig vom Thema der Bachelorarbeit                                                                                                                                                             |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Bachelorarbeit und Bachelorseminar                                                                                                                                                                |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | keine                                                                                                                                                                                             |
| Medienformen                                   |                                                                                                                                                                                                   |
| Literatur                                      | H. Balzert, M. Schröder, C. Schäfer: Wissenschaftliches Arbeiten. W3L-Verlag, Dortmund, 2011,<br>Themenspezifische Literatur                                                                      |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                               | <b>Bachelorseminar</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Kürzel                                         | BcSem                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Lehrform / SWS                                 | Seminar / 2 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Leistungspunkte                                | 3 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Arbeitsaufwand                                 | Präsenzzeit: 30h, Selbststudium: 60h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Fachsemester                                   | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Angebotsturnus                                 | halbjährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Dauer des Moduls                               | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Modulverantwortliche(r)                        | Prof Dr.-Ing. Matthäus Brela                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Dozent(in)                                     | Professoren der Fakultät FEIF                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Sprache                                        | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Nutzung in anderen Studiengängen               | AU, EE, EN und EL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Zulassungsvoraussetzungen                      | Vorrückensberechtigung nach §9 Abs. 3 SPO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Inhaltliche Voraussetzungen                    | keine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage über eine ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellung vor einem fachkundigen Publikum zu berichten.</li> <li>• Sie können eine selbst bearbeitete Aufgabenstellung strukturiert und eingebettet in den wissenschaftlichen Kontext vortragen.</li> <li>• Sie hinterfragen die eigenen Arbeitsergebnisse und können diese in der Diskussion qualifiziert vertreten.</li> <li>• Sie setzen sich kritisch mit dem Vortrag anderer auseinander und können Sachfragen im fachlichen Dialog klären.</li> </ul> |
| Lehrinhalte                                    | Entsprechend den Themen der aktuell anliegenden Bachelorarbeiten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Abschlusspräsentation über die Inhalte der eigenen Bachelorarbeit im Umfang von ca. 20 Minuten und anschließender Diskussion                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Sonstige Leistungsnachweise                    | Teilnahme an 3 weiteren Seminarvortragsreihen mit jeweils 3-5 Seminarvorträgen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|              |                                                                                              |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Medienformen | Beamer / ggf. Tafel oder Whiteboard                                                          |
| Literatur    | H. Balzert, M. Schröder, C. Schäfer: Wissenschaftliches Arbeiten. W3L-Verlag, Dortmund, 2011 |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modulbezeichnung                  | <b>Ingenieurwissenschaftliches Projekt</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Kürzel                            | IngPr                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Lehrform / SWS                    | selbstständige Planung und Konzeptionierung einer wissenschaftlichen Arbeit / 4 SWS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Leistungspunkte                   | 3 ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Arbeitsaufwand                    | Präsenzzeit: 5 h, Selbststudium: 85 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Fachsemester                      | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Angebotsturnus                    | jährlich                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Dauer des Moduls                  | einsemestrig                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Modulverantwortliche(r)           | Prof. Dr. Kolja Kühnlenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Dozent(in)                        | Betreuer der Bachelorarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Sprache                           | deutsch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Nutzung in anderen Studiengängen  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Zulassungsvoraussetzungen         | Gemäß Vorrückensberechtigung nach SPO, §6 Abs. 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Inhaltliche Voraussetzungen       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Qualifikationsziele / Kompetenzen | <p><b>Fachliche Kompetenzen:</b><br/> Nach dem Projekt haben die Studierenden in enger Absprache mit dem Aufgabensteller und Betreuer der Bachelorarbeit in der Firma bzw. Hochschule,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eine fachliche und wissenschaftliche Durchdringung des Umfangs und Inhalts der zukünftig zu erstellenden Bachelorarbeit erlangt,</li> <li>• sie sind in der Lage, das Konzept zur Bearbeitung der Bachelorarbeit wissenschaftlich zu beschreiben,</li> <li>• und sind ggf. befähigt, das Konzept in einer Befragung dazulegen.</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenzen:</b><br/> Nach dem Projekt sind die Grundlagen für ein wissenschaftliches Arbeiten weiter gefestigt und anwendbar.</p> <p><b>Sozialkompetenzen:</b></p> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                | Das Projekt trägt dazu bei, im Diskurs und fachlichen Disput mit den Aufgabenstellern und Betreuern einen eigenen Lösungsweg zur Bearbeitung einer fachlichen bzw. wissenschaftlichen Problemstellung zu finden.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Lehrinhalte                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fachliche bzw. wissenschaftliche Analyse</b><br/>Zur Erfassung und Durchdringung der fachlichen und wissenschaftlichen Herausforderungen der zukünftigen Bachelorarbeit, ist eine umfangreiche Analyse der Aufgabenstellung erforderlich. Es sollen die wesentlichen Probleme und Gefahren bei der Bearbeitung der Aufgabenstellung identifiziert werden.</li> <li>• <b>Konzeptentwicklung</b><br/>Es wird ein Konzept zur Bearbeitung des wissenschaftlichen Themas erarbeitet. Hierzu wird ein Arbeits- und Meilensteinplan entwickelt, welcher gut strukturiert dargestellt wird.</li> <li>• <b>Diskurs und Verteidigung des Lösungskonzepts</b><br/>Es wird ein Konzept zur Bearbeitung des wissenschaftlichen Themas erarbeitet</li> </ul> |
| Endnotenbildende Studien- / Prüfungsleistungen | Praktische Studienarbeit in Form eines Konzeptentwurfs (10-30 Seiten)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Sonstige Leistungsnachweise                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Medienformen                                   | Elektronisches Medien für die praktische Studienarbeit und Darstellung in Präsenz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Literatur                                      | „Die Technik wissenschaftlichen Arbeitens: Eine praktische Anleitung“, N. Franck, J. Stary; Verlag UTB, ISBN-10-3825240401                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |