



Modulhandbuch des Studiengangs

Energy Research and Digital Transformation

Master of Science

Technische Hochschule Ulm

vom 20.05.2025
(gültig ab 09/2025)



Inhalt

| | |
|---|----|
| 1. Pflichtmodule..... | 3 |
| 1.1. Master-Thesis | 4 |
| 1.2. Research Project | 6 |
| 1.3. Scientific Computing for Multiphysical Problems..... | 8 |
| 1.4. Scientific Work | 10 |
| 1.5. Technologies and Trends in Digitalization and Connectivity | 12 |
| 2. Wahlpflichtmodule | 14 |
| 2.1. Elektrische Energienetze..... | 15 |
| 2.2. Energiewirtschaft..... | 16 |
| 2.3. Energy Storage | 18 |
| 2.4. Künstliche Intelligenz | 20 |
| 2.5. Photovoltaik..... | 24 |
| 2.6. Smart Grids | 25 |



1. Pflichtmodule



1.1. Master-Thesis

| | | | | | |
|--|-------------------|--|---|-----------------------|--------------------------------|
| Modulkürzel MASAR | ECTS 30 | Sprache Deutsch / Englisch | Semester Pflichtmodul, 3. Semester | Art Pflicht | Turnus semesterweise |
| Modultitel: Master-Thesis | | | | | |
| Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul im Studiengang: Energy Research and Digital Transformation | | | | | |
| Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Die Masterarbeit bildet den Abschluss des Studiums. Bei der Bearbeitung wird das Fachwissen in einem spezifischen Themengebiet des Studiengangs vertieft. Eine klar abgegrenzte Aufgabe wird mit ingenieurmäßigen und wissenschaftlichen Arbeitsweisen bearbeitet. | | | | | |
| Modulverantwortliche/r Betreuender Professor | | Lehrpersonal Betreuender Professor | | | |
| Inhalt: Der Erwerb der genannten Kompetenzen und Fähigkeiten erfolgt durch Behandlung folgender Themen: <ul style="list-style-type: none"> • Selbstständige Erarbeitung eines Fachthemas • Abgrenzung der Aufgabe • Kreative Erarbeitung von Konzepten zur Aufgabenlösung • Bewertung der Konzepte • Umsetzen der besten Lösung • Dokumentation des Fortschritts in der Masterarbeit • Präsentation des Abschlussberichtes zur Masterarbeit | | | | | |
| Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • selbständige Ingenieurstätigkeit durchführen • Fachwissen und eigene Erfahrungen in die Arbeit einfließen lassen und effizient weitergeben Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • eigene Arbeiten und Ergebnisse beurteilen, präsentieren und in Projektbesprechungen erläutern • die selbständige Bearbeitung einer umfangreichen Aufgabenstellung planen und durchführen mit Methoden des Projektmanagements Sozial- und Selbstkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • eigene Kreativität zur Problemlösung einsetzen sich in einer industriellen oder forschungsorientierten Umgebung zurechtfinden und die zur Verfügung stehenden Ressourcen nutzen | | | | | |
| Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • Deutsche Forschungsgemeinschaft: <i>Vorschläge zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis</i>. Weinheim: Wiley-VCH, 1998. • J. Prätisch, W. E. Rossig: <i>Wissenschaftliche Arbeiten</i>. Weyhe: Print-TEC Druck & Verlag, 2011. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung. | | | | | |
| Lehr- und Lernform | | | | | |
| Prüfungsform | | Bericht, Referat | | Vorleistung | |
| Aufbauende Module | | | | | |
| Vorausgesetzte Module | | Research Project | | | |



Modulhandbuch des Studiengangs
Energy Research and
Digital Transformation, Master of Science
(M.Sc.)

| | | | | |
|--|----------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Modulumfang (Rechengröße 1 ECTS=30 Stunden, Gesamtzeit = nECTS*30 = Gesamtzeit, die je nach Modulplanung auf die drei Zeitkategorien zu verteilen sind) | Präsenzzeit 60 h | Selbststudium 840 h | Praxiszeit 0 h | Gesamtzeit 900 h |
|--|----------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|



1.2. Research Project

| | | | | | |
|---|-------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| Modulkürzel RPRO | ECTS 12 | Sprache Deutsch / Englisch | Semester | Art Pflicht, 3. Semester | Turnus semesterweise |
| Modultitel: Research Projekt | | | | | |
| Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul im Studiengang: Energy Research and Digital Transformation | | | | | |
| Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Das Modul „Research Projekt“ vermittelt den Studierenden umfassende Kompetenzen im Bereich der wissenschaftlichen Arbeitstechniken. Im Mittelpunkt stehen die praxisorientierte Anwendung von Methoden zum wissenschaftlichen Arbeiten. Die Studierenden werden direkt in Forschungsprojekte der THU einbezogen. | | | | | |
| Modulverantwortliche/r Peter Renze | | Lehrpersonal Peter Renze | | | |
| Inhalt: Bearbeitung von wissenschaftliche Fragestellungen aus aktuell laufenden Forschungsprojekten mit den Themen: <ul style="list-style-type: none"> • Energietechnik • Energiewirtschaft • Digitale Transformation | | | | | |
| Lernergebnisse | | | | | |
| Fachkompetenz: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • Selbstständige Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen. • Ergebnisse wissenschaftlich dokumentieren, auswerten, präsentieren und diskutieren. | | | | | |
| Methodenkompetenz <ul style="list-style-type: none"> • Spezifikationen entwickeln • Konzepte unter gegebenen Randbedingungen umsetzen • Ergebnisse kritisch bewerten und diskutieren | | | | | |
| Soziale und persönliche Kompetenz <ul style="list-style-type: none"> • Arbeiten und diskutieren Sie im Team | | | | | |
| Literaturhinweise Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung. | | | | | |
| Lehr- und Lernform | | Forschungsprojekt | | | |
| Prüfungsform | | Bericht, Referat | Vorleistung | | |



Modulhandbuch des Studiengangs
Energy Research and
Digital Transformation, Master of Science
(M.Sc.)

| | | | | |
|--|---------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Aufbauende Module | [optional] | | | |
| Vorausgesetzte Module | [optional] | | | |
| Modulumfang <small>(Rechengröße 1 ECTS=30 Stunden, Gesamtzeit = nECTS*30 = Gesamtzeit, die je nach Modulplanung auf die drei Zeitkategorien zu verteilen sind)</small> | Präsenzzeit 0 h | Selbststudium 60 h | Praxiszeit 180 h | Gesamtzeit 240 h |



1.3. Scientific Computing for Multiphysical Problems

| Modulkürzel | ECTS | Sprache | Semester | Art | Turnus |
|---|------|------------------------------------|----------|---------|----------------|
| SciC | 6 | Deutsch / Englisch | | Pflicht | Sommersemester |
| Modultitel: Scientific Computing for Multiphysical Problems | | | | | |
| Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul im Studiengang: Energy Research and Digital Transformation | | | | | |
| Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Heutzutage ist die Verwendung von Computern, Simulationen sowie mathematischen und statistischen Modellen eine gängige Methode zur Untersuchung und Analyse verschiedener Prozesse in den Naturwissenschaften, den Ingenieurwissenschaften und auch in den Geisteswissenschaften. Simulationen am Computerbildschirm dienen als Ergänzung und manchmal auch als Ersatz für Experimente und Theorie. Computer und mathematisch-statistische Modelle werden verwendet, um die Realität zu beschreiben und neue Produkte herzustellen, die energieeffizienter und umweltfreundlicher sein können. Modelle und Simulationen werden auch zur Erforschung der Zukunft, beispielsweise zukünftiger Energiesysteme, eingesetzt. Hierfür werden Grundlagen über angewandte numerische Mathematik und High Performance Computing benötigt, die in diesem Kurs bereitgestellt werden. | | | | | |
| Modulverantwortliche/r Peter Renze | | Lehrpersonal Peter Renze | | | |
| Inhalt: Die Studenten wenden modernste Methoden und Werkzeuge des wissenschaftlichen Rechnens an, um herausfordernde Probleme in der modernen Energietechnologie und -wissenschaft zu lösen. Dieser interdisziplinäre Ansatz beginnt mit einem vertieften Verständnis des mathematischen Kerns des Problems, bietet einen umfassenden Überblick über moderne numerische Methoden zur Lösung von Differential- und Integralgleichungen und zur Analyse großer Datenmengen und vermittelt schließlich praktische Fähigkeiten und Erfahrungen im Bereich des Hochleistungsrechnens, die zur Umsetzung dieser Lösungen in Form numerischer Software erforderlich sind. Die Grundlagen teilen sich auf in <ul style="list-style-type: none">• Angewandte Mathematik• Numerische Verfahren• ingenieurtechnische und ökonomische Anwendung | | | | | |
| Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: | | | | | |
| Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden entwickeln ein Grundverständnis für wissenschaftliches Rechnen bzw. Computerwissenschaften für ingenieurtechnische oder wirtschaftliche Fragestellungen.• Die Studierenden sind in der Lage Fragestellungen aus der Energietechnik, Energiewirtschaft oder Digitalisierung durch wissenschaftliches Rechnen zu beantworten. | | | | | |
| Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none">• Aufgaben berücksichtigen und ausführen, die Kenntnisse der im Kurs enthaltenen Schlüsselkonzepte erfordern;• Die im Kurs enthaltenen Algorithmen beschreiben und anwenden;• Eigenschaften von Rechenalgorithmen und mathematischen Modellen mithilfe der im Kurs enthaltenen Analyseverfahren untersuchen; | | | | | |



- Die Studierenden lösen technische und wissenschaftliche Probleme anhand eines mathematischen Modells, indem Sie das Problem strukturieren, die geeignete numerische Methode auswählen und mithilfe mathematischer Software und eigenem Code (z.B. Python oder Matlab) eine Lösung generieren.

Sozial- und Selbstkompetenz:

- Sie zeigen Eigeninitiative und Disziplin bei der Planung und Durchführung von Simulationsprojekten und sind in der Lage, Arbeitsprozesse selbstständig zu organisieren und zeitgerecht umzusetzen.
- Die Studierenden reflektieren ihre eigenen Stärken und Schwächen im wissenschaftlichen Rechnen und entwickeln kontinuierlich ihre Fähigkeiten im abstrakten Denken sowie Problemlösungsansätzen.

Literaturhinweise

- Peter R. Turner: Applied Scientific Computing, Springer International Publishing, 07/2018 ISBN: 9783319895741
- Rüdiger Schwarze: CFD-Modellierung: Grundlagen und Anwendungen bei Strömungsprozessen, Springer Verlag, 2013, <https://doi.org/10.1007/978-3-642-24378-3>

| | | | | |
|--|---------------------|------------------------|-------------------|---------------------|
| Lehr- und Lernform | | | | |
| Prüfungsform | PP+K | Vorleistung | | |
| Aufbauende Module | [optional] | | | |
| Vorausgesetzte Module | [optional] | | | |
| Modulumfang <small>(Rechengröße 1 ECTS=30 Stunden, Gesamtzeit = nECTS*30 = Gesamtzeit, die je nach Modulplanung auf die drei Zeitkategorien zu verteilen sind)</small> | Präsenzzeit 60 h | Selbststudium 120 h | Praxiszeit 0 h | Gesamtzeit 180 h |



1.4. Scientific Work

| Modulkürzel | ECTS | Sprache | Semester | Art | Turnus |
|--|------|---|----------|---------|---------------|
| SciW | 5 | Deutsch / Englisch | | Pflicht | semesterweise |
| Modultitel: Scientific Work | | | | | |
| Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul im Studiengang: Energy Research and Digital Transformation | | | | | |
| Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Das Modul „Scientific Work“ vermittelt den Studierenden umfassende Kompetenzen im Bereich der wissenschaftlichen Arbeitstechniken. Im Mittelpunkt stehen die praxisorientierte Anwendung von Methoden zur Erstellung wissenschaftlicher Texte, die Vorbereitung und Durchführung wissenschaftlicher Präsentationen sowie die Anfertigung eines Projektantrags. Die Studierenden werden darauf vorbereitet, ihre Forschungsergebnisse strukturiert, verständlich und überzeugend zu präsentieren und fundierte Projektanträge zu formulieren. | | | | | |
| Modulverantwortliche/r Marc-Oliver Otto | | Lehrpersonal Marc-Oliver Otto | | | |
| Inhalt: <ul style="list-style-type: none">• Einführung in das wissenschaftliche Schreiben: Struktur, Stil und Argumentation• Literaturrecherche und Quellenmanagement• Erstellung eines wissenschaftlichen Artikels: Gliederung, Methodik und Ergebnisschreibung• Gestaltung und Durchführung wissenschaftlicher Präsentationen• Visualisierung von Forschungsergebnissen• Planung und Strukturierung eines Projektantrags• Umgang mit Feedback und kritischen Diskussionen | | | | | |
| Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: Das Modul fördert die Fähigkeit, wissenschaftlich fundierte Arbeiten selbstständig zu erstellen und sich in verschiedenen Kommunikationsformen der wissenschaftlichen Praxis sicher zu bewegen. | | | | | |
| Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden sind in der Lage, wissenschaftliche Fragestellungen präzise zu formulieren, fundierte Literatur zu recherchieren und die relevanten theoretischen und empirischen Grundlagen für ihre wissenschaftlichen Arbeiten systematisch darzustellen.• Sie können eigenständig wissenschaftliche Artikel verfassen, die den Standards der wissenschaftlichen Community entsprechen, dabei klare Argumentationen aufbauen und die Ergebnisse ihrer Forschung verständlich und nachvollziehbar präsentieren.• Die Studierenden entwickeln ein vertieftes Verständnis für den Aufbau und die Struktur wissenschaftlicher Präsentationen und Projektanträge, sodass sie die spezifischen Anforderungen und Erwartungen in diesen Bereichen sicher umsetzen können. | | | | | |
| Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none">• Die Studierenden beherrschen die Methoden des wissenschaftlichen Schreibens und sind in der Lage, einen wissenschaftlichen Artikel zu strukturieren, der sowohl den formalen Anforderungen als auch den inhaltlichen Anforderungen gerecht wird. | | | | | |



- Sie können wissenschaftliche Präsentationen so gestalten, dass komplexe Inhalte für unterschiedliche Zielgruppen verständlich und ansprechend aufbereitet werden. Hierzu gehören der gezielte Einsatz visueller Hilfsmittel, der Umgang mit Präsentationstechniken sowie das Management von Fragen und Diskussionen.
- Sie verfügen über die Fähigkeit, einen Projektantrag zu verfassen, der eine klare Zielsetzung, methodische Vorgehensweise und Zeitplanung beinhaltet und inhaltlich sowie formal den Anforderungen von Förderinstitutionen oder Forschungsinstitutionen entspricht.

Sozial- und Selbstkompetenz:

- Die Studierenden sind in der Lage, konstruktiv und zielorientiert in Peer-Review-Prozessen und Feedbackrunden zu arbeiten. Sie können eigene wissenschaftliche Arbeiten sowie die Arbeiten anderer kritisch und wertschätzend beurteilen.
- Sie zeigen Eigeninitiative und Disziplin bei der Planung und Durchführung ihrer wissenschaftlichen Arbeiten und sind in der Lage, Arbeitsprozesse selbstständig zu organisieren und zeitgerecht umzusetzen.
- Die Studierenden reflektieren ihre eigenen Stärken und Schwächen im wissenschaftlichen Arbeiten und entwickeln kontinuierlich ihre Fähigkeiten in den Bereichen schriftliche und mündliche Kommunikation sowie im Umgang mit wissenschaftlicher Kritik.

Literaturhinweise

1. **Swales, J. M., & Feak, C. B. (2022).** *Academic Writing for Graduate Students: Essential Tasks and Skills* (4th ed.). University of Michigan Press.
 - Ein praxisorientiertes Buch, das Studierenden hilft, ihre Fähigkeiten im akademischen Schreiben weiterzuentwickeln, mit besonderen Schwerpunkten auf den Aufbau von Artikeln und die Erstellung wissenschaftlicher Präsentationen.
2. **Hartley, J., & Bruckmann, S. (2021).** *Writing for Academic Journals* (4th ed.). Routledge.
 - Eine detaillierte Anleitung für das Schreiben wissenschaftlicher Artikel, von der ersten Idee bis zur Veröffentlichung, einschließlich hilfreicher Tipps zur Strukturierung und zum Peer-Review-Prozess.
3. **Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2022).** *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
 - Eine umfassende Einführung in die Forschungsgestaltung und -methoden, die Studierenden hilft, ein solides methodisches Fundament für das Schreiben von wissenschaftlichen Arbeiten und Anträgen zu entwickeln.
4. **Körner, C., & Hentschel, R. (2023).** *Wissenschaftliches Arbeiten: Eine praxisorientierte Einführung* (6. Aufl.). Springer Vieweg.
 - Ein praxisorientiertes Handbuch für wissenschaftliches Arbeiten, das die Studierenden durch die wesentlichen Schritte des Schreibprozesses führt und praxisnahe Tipps zur Erstellung von wissenschaftlichen Arbeiten und Präsentationen bietet.

| | | | | |
|--|--|------------------------|-----------------|---------------------|
| Lehr- und Lernform | <ul style="list-style-type: none"> • Seminar • Praktische Übungen und Schreibwerkstätten • Peer-Review-Prozesse und Feedbackrunden • Präsentationstrainings und Rollenspiele | | | |
| Prüfungsform | Bericht | Vorleistung | Referat | |
| Aufbauende Module | [optional] | | | |
| Vorausgesetzte Module | [optional] | | | |
| Modulumfang <small>(Rechengröße 1 ECTS=30 Stunden, Gesamtzeit = nECTS*30 = Gesamtzeit, die je nach Modulplanung auf die drei Zeitkategorien zu verteilen sind)</small> | Präsenzzeit 30 h | Selbststudium 150 h | Praxiszeit h | Gesamtzeit 180 h |



1.5. Technologies and Trends in Digitalization and Connectivity

| Modulkürzel | ECTS | Sprache | Semester | Art | Turnus |
|--|------|--|----------|---------|----------------|
| TTDC | 6 | Deutsch / Englisch | 1 | Pflicht | Wintersemester |
| Modultitel: Technologies and Trends in Digitalization and Connectivity | | | | | |
| Zuordnung zum Curriculum als Pflichtmodul im Studiengang: Energy Research and Digital Transformation | | | | | |
| Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs [optional] | | | | | |
| Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Sven Völker | | Lehrpersonal Prof. Dr. Sven Völker | | | |
| Inhalt: Grundlagen der digitalen Transformation <ul style="list-style-type: none">• Datenmanagement und -analyse: Grundkonzepte der Datenerfassung und -verarbeitung• Datenvisualisierung und Monitoring• Industrie 4.0 (RAMI und verwandte Konzepte) Digitale Zwillinge und Simulation <ul style="list-style-type: none">• Definition und Funktionsumfang• Technologien• I4.0 Verwaltungsschale• Normen, Standardisierung und Organisationen (IIC, IDTA, Plattform I4.0, ...) Vernetzte Systeme <ul style="list-style-type: none">• Internettechnologien• IoT-Protokolle• ISO/OSI-Schichtenmodell• Feldbustechnologien• Drahtlose und mobile Netzwerke• Systemarchitektur und Integration (z.B. SOA)• Cloud Computing und Edge Computing• Mensch-Maschine-Interaktion Agentensysteme (MAS) <ul style="list-style-type: none">• Architektur und Eigenschaften einzelner Agenten• Zusammenarbeit von Agenten• Architekturen von MAS• Kommunikation innerhalb von MAS Anwendungsgebiete <ul style="list-style-type: none">• Smart Energy: Intelligente Energiesysteme und Smart Grids | | | | | |



- Smart Production: Digitale Fabrik und vernetzte Produktion
- Smart Maintenance: Predictive Maintenance und Condition Monitoring

IT-Sicherheit und Datenschutz

Lernergebnisse

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

Fachkompetenz:

- Zentrale Konzepte und Technologien der digitalen Transformation systematisch erläutern und einordnen
- Die Architektur vernetzter Systeme und deren Komponenten beschreiben und analysieren
- Aktuelle Technologietrends im Bereich der Digitalisierung von Energie- und Produktionssystemen bewerten und deren Potenziale einschätzen
- Grundlegende Sicherheitsanforderungen und Datenschutzaspekte in vernetzten Systemen identifizieren

Methodenkompetenz:

- Systematische Analysen zur Digitalisierung technischer Systeme durchführen
- Digitale Transformationsprozesse strukturiert planen und begleiten
- Methoden des Anforderungsmanagements für vernetzte Systeme anwenden
- Geeignete digitale Werkzeuge und Plattformen für spezifische Anwendungsfälle auswählen

Sozial- und Selbstkompetenz:

- Komplexe technische Zusammenhänge zielgruppengerecht kommunizieren
- In interdisziplinären Teams an der digitalen Transformation von technischen Systemen mitwirken
- Sich selbstständig in neue digitale Technologien und Trends einarbeiten
- Die gesellschaftlichen und ethischen Auswirkungen der Digitalisierung reflektieren und in Entscheidungsprozesse einbeziehen

Literaturhinweise

- Vorlesungsskript

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

| | | | | |
|--|---------------------|------------------------|-------------------|---------------------|
| Lehr- und Lernform | | | | |
| Prüfungsform | PP + K | Vorleistung | | |
| Aufbauende Module | [optional] | | | |
| Vorausgesetzte Module | [optional] | | | |
| Modulumfang <small>(Rechengröße 1 ECTS=30 Stunden, Gesamtzeit = nECTS*30 = Gesamtzeit, die je nach Modulplanung auf die drei Zeitkategorien zu verteilen sind)</small> | Präsenzzeit 60 h | Selbststudium 120 h | Praxiszeit 0 h | Gesamtzeit 180 h |



2. Wahlpflichtmodule



2.1. Elektrische Energienetze

| | | | | | |
|---|------------------|---|------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Modulkürzel ELEN | ECTS 6 | Sprache Deutsch | Semester 1 | Art Wahlpflichtmodul | Turnus Sommersemester |
| Modultitel: Elektrische Energienetze | | | | | |
| Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul im Studiengang: Energy Research and Digital Transformation | | | | | |
| Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs [optional] | | | | | |
| Modulverantwortliche/r Prof. Gerd Heilscher | | Lehrpersonal Prof. Gerd Heilscher | | | |
| Inhalt: Energiewirtschaftliche Grundlagen- Leitungs- und Netzformen- Ersatzschaltungen und Kenndaten der Betriebsmittel- Drehstromnetz im symmetrischen Betrieb- Kurzschlussstromberechnung- Unsymmetrischer Fehler- Stabilität der Energieübertragung- Richtlinien für die Auswahl der Betriebsmittel- Bemessung und Koordination der Isolation- Betriebsmittel und ihre Anwendungen- Grundsaltungen von Umspannwerken und Umspannstationen- Erder- und Erdungsanlagen- Selektivschutz für Betriebsmittel und Netze- Physiologische Wirkungen des Stromes und Schutzmaßnahmen- Netzintegration dezentraler Erzeugung- Koordination von Last und Erzeugung im intelligenten NetzRegulierung der Netze - Netzkosten und Netzentgelte | | | | | |
| Lernergebnisse Die Grundkenntnisse der elektrischen Energieversorgung werden vermittelt. Die Studenten sind in der Lage, komplexe technische Probleme der Energieversorgung zu verstehen und entsprechende Lösungen zu erarbeiten. Die Anforderungen an das Verteilnetz bei der konventionellen Integration dezentraler Erzeugung und die Konzepte des "Intelligenten Netzes" sind den Studierenden bekannt. | | | | | |
| Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript • Flosdorff, Hilgerth: <i>Elektrische Energieverteilung</i>. Teubner- V, 2005. • Spring: <i>Elektrische Energienetze</i>. VDE- Verlag, 2003. • Küchler: <i>Hochspannungstechnik</i>. Springer-Verlag, 2009. • Heuck, Dettmann, Schulz: <i>Elektrische Energieversorgung</i>. Vieweg, 2007. • Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung. | | | | | |
| Lehr- und Lernform | | Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS) | | | |
| Prüfungsform | | Klausur | | Vorleistung | Laborarbeit |
| Aufbauende Module | | [optional] | | | |
| Vorausgesetzte Module | | [optional] | | | |
| Modulumfang <small>(Rechengröße 1 ECTS=30 Stunden, Gesamtzeit = nECTS*30 = Gesamtzeit, die je nach Modulplanung auf die drei Zeitkategorien zu verteilen sind)</small> | | Präsenzzeit 60 h | Selbststudium 120 h | Praxiszeit 0 h | Gesamtzeit 180 h |



2.2. Energiewirtschaft

| | | | | | |
|--|-------------------|--|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Modulkürzel ENWI | ECTS 6 | Sprache Deutsch | Semester 1 | Art Wahlpflichtmodul | Turnus Wintersemester |
| Modultitel: Energiewirtschaft | | | | | |
| Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul im Studiengang: Energy Research and Digital Transformation | | | | | |
| Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs [optional] | | | | | |
| Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Dietmar Graeber | | Lehrpersonal Prof. Dr. Dietmar Graeber | | | |
| Inhalt: Der Erwerb der genannten Kompetenzen und Fähigkeiten erfolgt durch Behandlung folgender Themen: <ul style="list-style-type: none"> • Zieldreieck der nachhaltigen Energieversorgung • Energiewirtschaft und Klimawandel • Funktion von liberalisierten Energiemärkten • Rollenmodell der Energiewirtschaft • Preisbildung an Energiemärkten • Merit Order Effekte regenerativen Energiesysteme • Bilanzkreismanagement • Verträge • Geschäftsprozesse • Einspeiseprofile von Solar und Windkraftanlagen • Energiemeteorologie • Laborübungen • Projektarbeit | | | | | |
| Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage, die Funktionsweise der Energiewirtschaft und das zu Grunde liegenden Rollenmodell zu verstehen. • Sie können Energie-, Finanz- und Informationsströme getrennt wahrnehmen und deren Zusammenwirken nachvollziehen • Die Studierenden erarbeiten selbständig den Einfluss fluktuierender regenerativer Energiesysteme auf den Energiemarkt Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung einfacher Marktmodelle • Analyse von Zeitreihen der Energienutzung und der Einspeisung • Beantwortung eigener Fragestellung mit Hilfe der erstellten Marktmodelle Sozial- und Selbstkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Teamarbeit durch Bearbeiten konkreter Problemstellungen in Kleingruppen | | | | | |
| Literaturhinweise Crastan, V.: <i>Elektrische Energieversorgung 2</i> . Springer, 1700. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung. | | | | | |
| Lehr- und Lernform | Vorlesung (4 SWS) | | | | |
| Prüfungsform | Klausur (90 min) | | | Vorleistung | |
| Aufbauende Module | [optional] | | | | |



Modulhandbuch des Studiengangs
Energy Research and
Digital Transformation, Master of Science
(M.Sc.)

| | | | | |
|--|----------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Vorausgesetzte Module | [optional] | | | |
| Modulumfang <small>(Rechengröße 1 ECTS=30 Stunden, Gesamtzeit = nECTS*30 = Gesamtzeit, die je nach Modulplanung auf die drei Zeitkategorien zu verteilen sind)</small> | Präsenzzeit 60 h | Selbststudium 120 h | Praxiszeit 0 h | Gesamtzeit 180 h |



2.3. Energy Storage

| | | | | | |
|---|-------------------|---|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Modulkürzel ENST | ECTS 6 | Sprache Englisch | Semester 1 | Art Wahlpflichtmodul | Turnus Sommersemester |
| Modultitel: Energy Storage | | | | | |
| Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul im Studiengang: Energy Research and Digital Transformation | | | | | |
| Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs [optional] | | | | | |
| Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Walter Commerell | | Lehrpersonal Prof. Dr. Walter Commerell | | | |
| Inhalt: Der Erwerb der genannten Kompetenzen und Fähigkeiten erfolgt durch Behandlung folgender Themen: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen elektrochemischer Energiespeicher • Kenngrößen elektrochemischer Speicher • Speichertechnologien • Anwendung und Auslegung • Test elektrochemischer Speicher • Laborübungen • Projektarbeit | | | | | |
| Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage die Funktionsweise elektrochemische Speicher verstehen und geeignete Speicher für die jeweilige Anwendung auswählen. • Sie können aktuelle und neue Technologien bewerten • Die Studierenden erarbeiten selbständig Testszenarien für Speicher Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Simulation von Speichermodellen auf Zell- und Systemebene • Analyse von Testdaten • Beantwortung eigener Fragestellung mit Modellen Sozial- und Selbstkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Teamarbeit durch bearbeiten konkreter Problemstellungen in Kleingruppen | | | | | |
| Literaturhinweise Peter Kurzweil: Chemie - Grundlagen, technische Anwendungen, Rohstoffe, Analytik und Experimente; 11. ; Springer Vieweg, Wiesbaden, 2020 Carl H. Hamann, Wolf Vielstich, Elektrochemie, Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 2015 Korthauer Reiner: Handbuch Lithium-Ionen Batterien, Springer Verlag, Heidelberg, 2014 C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich: Electrochemistry, Wiley-VCH, Weinheim, 2007 C. Julien et al.: Lithium Batteries Sciences and Technology, Springer Heidelberg, 2016 Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung. | | | | | |
| Lehr- und Lernform | Vorlesung (4 SWS) | | | | |
| Prüfungsform | Klausur (90 min) | | | Vorleistung | |
| Aufbauende Module | [optional] | | | | |
| Vorausgesetzte Module | [optional] | | | | |
| Modulumfang | Präsenzzeit | Selbststudium | Praxiszeit | Gesamtzeit | |



Modulhandbuch des Studiengangs
Energy Research and
Digital Transformation, Master of Science
(M.Sc.)

| | | | | |
|--|------|-------|-----|-------|
| (Rechengröße 1 ECTS=30 Stunden, Gesamtzeit = nECTS*30 = Gesamtzeit, die je nach Modulplanung auf die drei Zeitkategorien zu verteilen sind) | 60 h | 120 h | 0 h | 180 h |
|--|------|-------|-----|-------|



2.4. Künstliche Intelligenz

| Modulkürzel | ECTS | Sprache | Semester | Art | Turnus |
|---|------|--|----------|------|----------------|
| KI | 6 | Deutsch | 1 / 2 | Wahl | Wintersemester |
| Modultitel: Künstliche Intelligenz | | | | | |
| Zuordnung zum Curriculum als Wahlmodul im Studiengang: SY/P, ER | | | | | |
| Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs Wahlmodul im Bereich Mathematik / Informatik (SY/P) bzw. Technical Elective Module (ERDT). Künstliche Intelligenz (KI) stellt eine breite Palette von Methoden und Werkzeugen für Ingenieure der Zukunft zur Verfügung. Sie hilft, Daten in Wissen zu transformieren („turn data into knowledge“) und dieses Wissen zu nutzen, um den Menschen zu unterstützen, schneller bessere Entscheidungen zu treffen. Zudem kann sie in bestimmten Fällen zur intelligenten Automatisierung von Prozessen und Systemen genutzt werden. Damit KI in Industrie- und Handelsunternehmen sowie in Energienetzen wirksam werden kann, reicht es nicht mehr aus, sie in Studiengängen der Informatik zu lehren. Sie muss in Ingenieurstudiengängen als Werkzeug- und Methodenbaukasten vermittelt werden, damit sie Eingang in Entwicklungsprozesse für technische Systeme und die IT-Systeme für den Betrieb und die Optimierung dieser Systeme finden kann. Künftige Ingenieure müssen die Möglichkeiten und Gebiete der KI kennen und in angemessenem Maße selbst als Anwender beherrschen, um sie in ihren zukünftigen Aufgaben anzuwenden. Die Anwendungspalette reicht von Digitalen Assistenzsystemen für Werker und Instandhalter über die Auswertung von online erhobenen Qualitäts- und Zustandsdaten aus Produktionssystemen, die flexible und adaptive Steuerung von Produktions-, Logistik- und Energiesystemen (Smart Grids) bis hin zu wissensbasierten und lebenszyklus-durchgängigen Engineeringprozessen. | | | | | |
| Modulverantwortliche/r Hartwig Baumgärtel | | Lehrpersonal Hartwig Baumgärtel, Michel Börner | | | |
| Inhalt: Inhalt Fachliche Inhalte <ul style="list-style-type: none">• Grundlagen der Künstlichen Intelligenz<ul style="list-style-type: none">○ Natürliche und künstliche Intelligenz, Kognition○ Wissensbasierte Systeme, Wissensrepräsentation○ Aussagen- und Prädikatenlogik, Inferenz, Resolution○ Inferenz in regelbasierten Systemen○ Suche, Strategische Spiele• Maschinelles Lernen<ul style="list-style-type: none">○ lineare und polynomielle Regression○ Klassifikation: Entscheidungsbäume, Neuronale Netze (Multilayer-Perzeptron)○ Clusterung○ Bewertung der Güte von Modellen<ul style="list-style-type: none">▪ Regression: Bestimmtheitsmaß, adj. Bestimmtheitsmaß, MSE▪ Klassifikation: Konfusionsmatrix, Accuracy, Precision, ...▪ Clusterung: Clustergüte, Silhouettenkoeffizient• Ausgewählte Methoden und Werkzeuge der KI<ul style="list-style-type: none">○ Finite Domain Constraint Solving○ Semantische Wissensrepräsentation, Taxonomien, Ontologien○ Technologien des Semantic Web (RDF, OWL, SPARQL, SWRL)○ Wissensgraphen, Inferenzen in Wissensgraphen | | | | | |



- Verteilte künstliche Intelligenz: Agenten und Multiagenten-Systeme
- Neuronale Netze: RNN, CNN, Transformer, LLM
- Ausgewählte Anwendungen der Künstlichen Intelligenz, z.B.:
 - Bilderkennung und Objektidentifikation (CNN, YOLO, ...)
 - Instandhaltung: online condition monitoring und predictive maintenance
 - Qualitätsmanagement und –kontrolle: online quality control
 - Digitale Assistenzsysteme: Werker- und Instandhalter-Assistenz
 - Prozessoptimierung und –steuerung mit Digitalen Zwillingen
 - Logistik: intelligente autonome Transportsysteme, intelligentes Bestandsmanagement
 - Supply Chain Monitoring, frühzeitige Risikoerkennung und –prävention
 - Intelligentes Engineering: wissensbasierte, synchronisierte Entwicklung für Produkte und ihre Produktionssysteme
 - Intelligente Steuerung von Energienetzen (Smart Grids)

Methodische Inhalte

- Wissensmodellierung und –repräsentation
- Der Problemlösungskreislauf
- Projektmanagement für KI-basierte Projekte
- Querbeziehungen von KI und Industrie 4.0, IIoT, Automatisierungstechnik, Engineering etc.

Fachpraktische Inhalte

- Arbeit mit diversen Softwaresystemen, z.B.
 - KNIME (maschinelles Lernen, Datenanalysen)
 - ILOG Solver, ILOG Scheduler (Finite Domain Constraint Solving)
 - Protege (Aufstellen von Ontologien),
 - Jadex (Modellieren, Implementieren und Ausführen von intelligenten Agenten)
 - LLM-basierte Chatbots
 - Python mit Tensorflow und Keras (Neuronale Netze)
- Analyse von Fallstudien erfolgreicher Anwendungen der KI
- Analyse von KI-Anwendungen in Laboren der THU (z.B. Automatisierungs- und Logistikkabor)

Die Gliederung der Veranstaltung orientiert sich an den fachlichen Inhalten. Die methodischen und fachpraktischen Inhalte werden sukzessive und den fachlichen Inhalten unterlagert vermittelt.

Lernergebnisse

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

Fachkompetenz:

- Die Studierenden kennen die Grundprinzipien von Intelligenz und Kognition.
- Die Studierenden können unterschiedliche Anwendungsfelder aufzählen und ausgewählte Fallbeispiele der KI erläutern.
- Die Studierenden verstehen die Bedeutung von Wissen, Wissensrepräsentation und Logik für intelligentes Verhalten.
- Die Studierenden kennen die Anwendungsfelder des maschinellen Lernens Regression, Klassifikation und Clusterung sowie wichtige Verfahren dafür und können diese sicher gegebenen Problemstellungen zuordnen
- Die Studierenden haben ein fundiertes Verständnis für die Funktionsweise von ML-Verfahren wie lineare und polynomielle Regression, Aufbau und Anwendung von Entscheidungsbäumen und Clusterungsverfahren.
- Die Studierenden können ML-Verfahren in KNIME und Python anwenden und gegebene Probleme damit lösen.
- Die Studierenden modellieren Wissen in Form von Taxonomien, Vokabularen und Ontologien.
- Die Studierenden berechnen logische Schlussfolgerungen in der Aussagen- und Prädikatenlogik manuell und mittels einfacher Software-Systeme zum logischen Programmieren.
- Die Studierenden kombinieren ihre Erkenntnisse zu semantischer Wissensrepräsentation und logischem Schließen beim Aufstellen von SPARQL-Anfragen und SWRL-Regeln für Ontologien in Wissensgraphen.
- Die Studierenden skizzieren das Grundprinzip des Finite Domain Constraint Solving und wenden es beim Bearbeiten kleiner Beispielmole in der Software IBM ILOG Solver an.
- Die Studierenden entwerfen und implementieren Agenten für ein Multiagenten-System, das eine kleine fallartig dargelegte Aufgabe löst, und diskutieren Ihre Ergebnisse.
- Die Studierenden kennen die Grundprinzipien von Neuronale Netzen und deren Training und wenden dies bei Übungen mit entsprechender Software zur Lösung kleiner Aufgabenstellungen an.



- Die Studierenden haben ein Grundverständnis von Transformer-Architekturen und LLM und ihrer Anwendung in Chatbots und für Systeme mit Wissensanreicherung (Retrieval Augmented Generation).
- Die Studierenden klassifizieren die verschiedenen KI-Methoden und Werkzeuge nach ihren möglichen Anwendungs- und Einsatzgebieten.
- Die Studierenden analysieren Fallbeispiele der Anwendung von KI in der Praxis, ermitteln die dabei eingesetzten KI-Methoden, bewerten Aufwand und Nutzen bei diesen Fällen und vergleichen diese...

Methodenkompetenz:

- Aus dem angeleiteten Erstellen kleiner, eigener Modelle in verschiedenen Teilgebieten der KI festigen die Studierenden ihr Wissen und erwerben praktische Erfahrungen im Umgang mit Softwaresystemen, die KI-Methoden und Werkzeuge implementieren.
- Die Studierenden festigen und erweitern Ihre Kompetenz beim Lesen und Verstehen wissenschaftlicher Dokumente durch das selbständige Erarbeiten von Lerneinheiten aus Buchkapiteln und die Analyse von Fallstudien aus Falldokumentationen und wissenschaftlichen Artikeln.
- Die Studierenden erwerben oder erweitern ihre Kompetenz auf dem Gebiet der Selbstreflexion ihres Lernverhaltens durch den Vergleich ihres eigenen, menschlichen, Lernens, und Verfahren des maschinellen Lernens und der maschinellen Schlussfolgerungen (Inferenzen). Sie üben sich in Analogieschlüssen, aber auch in der Diskussion der Unterschiede dieser Lernverfahren....

Sozial- und Selbstkompetenz:

- Die Studierenden bauen ihre Kompetenz im experimentellen Umgang mit Software zu verschiedenen Gebieten der KI aus
- Die Studierenden nutzen LLM-basierte Chatbots und reflektieren die Güte der Ergebnisse für sich und in Diskussionen im Kurs
- Die Studierenden stärken ihre Kompetenz beim Lesen und Analysieren von wissenschaftlichen Papern und Buchkapiteln und deren Aufarbeitung und Präsentation in einem seminaristischen Vortrag...
- Die Fähigkeit zum Arbeiten in einem Team wird durch Gruppenarbeiten (...) gestärkt.
- Die Fähigkeit, eigene Ergebnisse sowie Ergebnisse von Gruppenarbeiten adäquat zu präsentieren, wird durch die Präsentation der Erkenntnisse aus dem Selbststudium von Buchkapiteln und den Ergebnissen der praktischen Software-Übungen gestärkt.

Literaturhinweise

- Ertel, W.: Grundkurs Künstliche Intelligenz. Eine praxisorientierte Einführung. 5. Auflage Springer Vieweg, 2021
- Russel, S.; Norvig, P.: Artificial Intelligence. A modern Approach. 4. Edition, Pearson, 2020
- Russell, S.; Norvig, P.: Künstliche Intelligenz. Ein moderner Ansatz. 4. Auflage, Pearson, 2023
- Berthold, M.R.; Borgelt, C.; Höppner, F.; Klawonn, F.; Silipo, R.: *Guide to Intelligent Data Science – How to intelligently make use of real data*, 2. Auflage, Springer, 2020
- Sonnet, D.: *Neuronale Netze kompakt – Vom Perceptron zum Deep Learning*, 1. Auflage, Springer Vieweg, 2022

Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung.

| | | | | |
|--|--|-----------------------|--------------------|---------------------|
| Lehr- und Lernform | Vorlesung mit integrierten Softwarelaboren und Seminaranteil | | | |
| Prüfungsform | Portfolioprüfung (SW-Labor, Gruppenvortrag, Klausur) | Vorleistung | | |
| Aufbauende Module | | | | |
| Vorausgesetzte Module | | | | |
| Modulumfang <small>(Rechengröße 1 ECTS=30 Stunden, Gesamtzeit = nECTS*30 = Gesamtzeit, die je nach Modulplanung auf die drei Zeitkategorien zu verteilen sind)</small> | Präsenzzeit 60 h | Selbststudium 60 h | Praxiszeit 60 h | Gesamtzeit 180 h |



Modulhandbuch des Studiengangs
Energy Research and
Digital Transformation, Master of Science
(M.Sc.)



2.5. Photovoltaik

| | | | | | |
|---|----------------------------------|--|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Modulkürzel PVOL | ECTS 6 | Sprache Deutsch | Semester 1 | Art Wahlpflichtmodul | Turnus Sommersemester |
| Modultitel: Photovoltaik | | | | | |
| Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul im Studiengang: Energy Research and Digital Transformation | | | | | |
| Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs [optional] | | | | | |
| Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Thomas Walter | | Lehrpersonal Prof. Dr. Thomas Walter | | | |
| Inhalt: Der Erwerb der genannten Kompetenzen und Fähigkeiten erfolgt durch Behandlung folgender Themen: <ul style="list-style-type: none"> • Funktionsweise Solarzellen- Technologien für Solarzellen- Simulation von Solarzellen und Modulen • Solarelektronik (Laderegler, • Wechselrichter) • Netzeinspeisung- Solare Inselsysteme | | | | | |
| Lernergebnisse Die Studierenden sind in der Lage, das Potenzial photovoltaischer Systeme für regenerative Energiewandlung zu nutzen durch: <ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der Funktionsweise und der Technologien von Solarzellen • Befähigung zur Anwendung von Simulationstools • Systemkompetenz auf dem Gebiet photovoltaischer Systeme | | | | | |
| Literaturhinweise <ul style="list-style-type: none"> • Martin Green: <i>Solar Cells.</i> , 1700. • Peter Würfel: <i>Physik der Solarzellen.</i> , 1700. Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung. | | | | | |
| Lehr- und Lernform | Vorlesung (3 SWS), Labor (1 SWS) | | | | |
| Prüfungsform | Mündliche Prüfungsleistung | Vorleistung | Laborarbeit | | |
| Aufbauende Module | [optional] | | | | |
| Vorausgesetzte Module | [optional] | | | | |
| Modulumfang <small>(Rechengröße 1 ECTS=30 Stunden, Gesamtzeit = nECTS*30 = Gesamtzeit, die je nach Modulplanung auf die drei Zeitkategorien zu verteilen sind)</small> | Präsenzzeit 60 h | Selbststudium 120 h | Praxiszeit 0 h | Gesamtzeit 180 h | |



2.6. Smart Grids

| | | | | | |
|---|------------------|---|------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Modulkürzel SNGR | ECTS 6 | Sprache Englisch | Semester 1 | Art Wahlpflichtmodul | Turnus Sommersemester |
| Modultitel: Smart Grids | | | | | |
| Zuordnung zum Curriculum als Wahlpflichtmodul im Studiengang: Energy Research and Digital Transformation | | | | | |
| Einordnung und Bedeutung des Moduls bezogen auf die Ziele des Studiengangs [optional] | | | | | |
| Modulverantwortliche/r Prof. Gerd Heilscher | | Lehrpersonal Prof. Gerd Heilscher | | | |
| Inhalt: Der Erwerb der genannten Kompetenzen und Fähigkeiten erfolgt durch Behandlung folgender Themen: <ul style="list-style-type: none"> • Strukturen und technischen Grundlagen von Energiesystemen zur Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie • informations- und leittechnischen Komponenten, Verfahren und Prozesse • Regelkonzepten und Algorithmen für dezentrale Erzeuger und Verbraucher • Anwendung und Auslegung • Laborübungen • Projektarbeit | | | | | |
| Lernergebnisse Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden: Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Benennen und erkennen die bestehenden Strukturen und technischen Grundlagen von Energiesystemen zur Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie und deren Zusammenspiel und Abhängigkeiten untereinander. • Benennen der notwendigen informations- und leittechnischen Komponenten, Verfahren und Prozesse zur Führung und zum Betrieb elektrischer Energiesysteme. Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • analysieren Anforderungen an Betriebssicherheit, Zuverlässigkeit, Echtzeitfähigkeit und Flexibilität in sogenannten Smart Grids auf den Betrieb elektrischen Energiesystemen • verwenden weiterführende mathematische Methoden der Netzberechnung Sozial- und Selbstkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Teamarbeit durch bearbeiten konkreter Problemstellungen in Kleingruppen | | | | | |
| Literaturhinweise Lehnhoff, S.: Dezentrales vernetztes Energiemanagement, 2010 Weitere Literaturangaben erfolgen im Rahmen der jeweils aktuellen Durchführung der Veranstaltung. | | | | | |
| Lehr- und Lernform | | Vorlesung (4 SWS) | | | |
| Prüfungsform | | Klausur (90 min) | Vorleistung | | |
| Aufbauende Module | | [optional] | | | |
| Vorausgesetzte Module | | [optional] | | | |
| Modulumfang <small>(Rechengröße 1 ECTS=30 Stunden, Gesamtzeit = nECTS*30 = Gesamtzeit, die je nach Modulplanung auf die drei Zeitkategorien zu verteilen sind)</small> | | Präsenzzeit 60 h | Selbststudium 120 h | Praxiszeit 0 h | Gesamtzeit 180 h |