

Modulhandbuch

Nachhaltige Energiesysteme (NES)

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 1 von 90

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|------------|--|-----------|
| NES | Gesamtkonto | 3 |
| ESA | Erster Studienabschnitt | 4 |
| NES-01 | Werkstofftechnik und Chemie | 5 |
| NES-02 | Elektrotechnik 1 | 8 |
| NES-03 | Mathematik 1 | 11 |
| NES-04 | Nachhaltige Energiesysteme I | 13 |
| NES-05 | Physik | 15 |
| NES-06 | Dokumentation | 18 |
| NES-07 | Mathematik II | 22 |
| NES-08 | Thermodynamik | 24 |
| NES-09 | Elektrotechnik 2 | 27 |
| ZSA | Zweiter Studienabschnitt | 30 |
| NES-10 | Nachhaltige Energiesysteme II | 31 |
| NES-11 | Messtechnik | 34 |
| NES-12 | Elektrische Maschinen | 37 |
| NES-13 | Programmieren | 39 |
| NES-14 | Wahlmodul 1 | 42 |
| NES-15 | Wahlmodul 2 | 47 |
| NES-16 | Künstliche Intelligenz | 51 |
| NES-17 | BWL für Ingenieur*innen | 54 |
| NES-18 | Praxis | 57 |
| NES-19 | Data Engineering | 59 |
| NES-20 | Wahlmodul 3 | 62 |
| NES-21 | Regelungstechnik | 66 |
| NES-22 | Nachhaltige Energiesysteme III | 69 |
| NES-23 | Simulation, Optimierung und Automation | 71 |
| NES-24 | Wahlmodul 4 | 74 |
| NES-25 | Planung & Betrieb energietechnischer Anlagen | 75 |
| NES-26 | Bachelorarbeit | 78 |
| NES-27 | Wahlmodul Thermische Energietechnik 1 | 80 |
| NES-28 | Wahlmodul Thermische Energietechnik 2 | 82 |
| NES-29 | Wahlmodul Elektrische Energietechnik 1 | 85 |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 2 von 90

| | | |
|----------------------|--|-----------|
| NES-30 | Wahlmodul Elektrische Energietechnik 2 | 88 |
| Erläuterungen | | 90 |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 3 von 90

Gesamtkonto

zugeordnet zu: Studiengang NES Nachhaltige Energiesysteme

| | | | |
|--------------|----------------------------|------------|----------|
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 210.0 | SWS: | 0.0 |

ESA Erster Studienabschnitt
ZSA Zweiter Studienabschnitt

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 4 von 90

Erster Studienabschnitt

| | | | |
|--------------|----------------------------|------------|----------|
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 60.0 | SWS: | 0.0 |

| | |
|--------|------------------------------|
| NES-01 | Werkstofftechnik und Chemie |
| NES-02 | Elektrotechnik 1 |
| NES-03 | Mathematik 1 |
| NES-04 | Nachhaltige Energiesysteme I |
| NES-05 | Physik |
| NES-06 | Dokumentation |
| NES-07 | Mathematik II |
| NES-08 | Thermodynamik |
| NES-09 | Elektrotechnik 2 |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 5 von 90

Modul NES-01 Werkstofftechnik und Chemie

| | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | Professor Dipl.-Ing. Dietmar Kohler | | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 6.0 | Workload (h): | 180 |
| empf. Semester: | 1. Semester | Kontaktzeit (h): | 90 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 90 |
| Lehrform: | Vorlesung | SWS: | 6.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (WS) | Gruppengröße: | 0 |

Zugeordnete Prüfungen 1010 Chemie/Werkstofftechnik I

Lehrveranstaltungen

M+V0125**Chemie**

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 2.0

Lerninhalt:

- Atome: Aufbau, Isotope, Modelle
- Periodensystem der Elemente: Perioden und Gruppen, Periodizität der Eigenschaften: Metallcharakter, Ionisierungsenergie, Elektronegativität
- Kernreaktionen: Radioaktivität: natürliche und künstliche, Zerfallskinetik, Kernreaktionen, Kernspaltung, Kernfusion
- Chemische Bindung: Atombindung: Einfach-, Doppel-, Dreifachbindung, polare Atombindung, Ionenbindung, Metallbindung, zwischenmolekulare Bindungen
- Aggregatzustände: Gasförmiger Zustand: ideale u. reale Gase, Flüssiger Zustand: Verdampfungsprozess, Siede- und Gefrierpunkt, Fester Zustand: Kristallgitter
- Thermodynamik, Kinetik chemischer Reaktionen: Energetik chemischer Reaktionen, Aktivierungsenergie, Reaktionsgeschwindigkeit
- Stöchiometrie: chemische Formeln und Molekulargewicht, Stoffmenge und Avogadrokonstante, Molvolumen, Reaktionen in Lösung, chemische Reaktionsgleichungen, stöchiometrische Massenberechnungen
- Chemisches Gleichgewicht: Massenwirkungsgesetz, Prinzip vom kleinsten Zwang
- Säuren und Basen: Ionenprodukt des Wassers, pH-Wert, Säure- und baseverhalten, Säure- und Basegleichgewichte: pH-Wert-Berechnungen
- Redoxreaktionen
- Elektrochemie: Elektrolyse, Galvanische Zelle, Korrosion
- Ausgewählte Anwendungsbeispiele

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

- Literatur :
- Chemie, C.Mortimer, U. Müller (Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 2003)
 - Chemie für Ingenieure, Vinke, Marbach (Oldenbourg, 2013)

M+V0126 Werkstofftechnik I

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 4.0

Lerninhalt: In der Vorlesung werden aufbauend auf den werkstoffkundlichen Grundlagen der Metalle die Änderungen der Eigenschaften durch z. B. Legierungselemente und Wärmebehandlungen vorwiegend am Beispiel Stahl entwickelt, beschrieben und erläutert. Dabei werden Tafelarbeit, und Overheadfolien eingesetzt.

Grundlagen der Kristallographie,
 Eigenschaften der Metalle
 Grundlagen der Legierungen,
 Zweistoffsysteme mit Eisen-Kohlenstoffdiagramm
 Grundlagen der Wärmebehandlung von Stahl
 Werkstoffprüfung
 Einfluss der Legierungselemente auf die Eigenschaften von Stahl
 Bezeichnungssystem der Stähle
 Stahlgruppen
 Besprechung ausgewählter Stähle nach EN Normen
 Ausblick auf Nichteisenmetalle.

- Literatur :
- Werkstoffkunde, Bargel, Schulze (2000)
 - Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung, Weisbach (2000)

Verwendbarkeit des Moduls Bachelor BM, BT, MA, NES, UT - Grundstudium

Empfohlene Vorkenntnisse Gute Kenntnisse der Chemie und Physik auf dem Niveau der Sekundarstufe 2.

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Klausurarbeit, 120 Min.
 Modulnote entspricht Klausurnote.

Lernziele und Kompetenzen Der Erwerb grundlegender Kenntnisse im Bereich der Chemie befähigt die Studierenden zur Erklärung von Verhalten und Eigenschaften von metallischen und nicht-metallischen Werkstoffen.
 Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage auf Grund fundierter Kenntnisse im Bereich metallischer Werkstoffe, diese in Hinsicht auf Ihre Eigenschaften und Verhalten auszuwählen. Die so erworbenen Kenntnisse befähigen die Studierenden dazu ihr Wissen in weiterführenden Lehrveranstaltungen zu vertiefen, sowie im Rahmen von Labortätigkeiten und werkstoffbasiereten Entwicklungsprojekten einzubringen.

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 7 von 90

Prüfung Chemie/Werkstofftechnik I

zugeordnet zu: Modul NES-01 Werkstofftechnik und Chemie

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 1010 | Prüfungsform: | Klausur 120 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 8 von 90

| Modul NES-02 Elektrotechnik 1 | | | |
|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | Prof. S. Meier | | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 7.0 | Workload (h): | 210 |
| empf. Semester: | 1. Semester | Kontaktzeit (h): | 120 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 90 |
| Lehrform: | Vorlesung/Übung/Labor | SWS: | 8.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (WS) | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|----------------------------------|
| Zugeordnete Prüfungen | 1020 | Elektrotechnik 1 |
| | 1025 | Labor Elektro- und Messtechnik 1 |

Lehrveranstaltungen

EMI804

Elektrotechnik 1

Veranstaltungsart: Vorlesung/Übung

SWS: 6.0

Lerninhalt:

- Netzwerke
- Berechnungen nach Kirchhoff
- Strom-/Spannungsquellen-Ersatzschaltungen
- Energie, Leistung
- Strömungsfelder, Strom, Stromdichte, Feldstärke, Spannung, elektrisches Potential, Berechnung von Strömungsfeldern
- Elektrische Felder
- Ladung, Potential, Spannung
- Energie und Kräfte im elektrischen Feld
- Berechnung von symmetrischen Feldern
- Überlagerung von Feldern
- Kapazitätsberechnungen
- Magnetische Felder
- Magnetische Induktion, magn. Fluss, magn. Umlaufspannung - Magnetische Felder in Luft und Eisen
- Induktionsgesetz, Selbstinduktion
- Bewegte Ladungen im magn. Feld
- Kräfte im magn. Feld

Literatur :

- Zastrow D., Elektrotechnik, 19. Auflage, Wiesbaden, Vieweg+Teubner, 2014
- Weißgerber W., Elektrotechnik für Ingenieure 1, 10. Auflage, Wiesbaden, Vieweg+Teubner, 2015
- Meins J., Scheithauer R., Weidenfeller H., Frohne H., Löcherer K.-H., Müller H., Moeller Grundlagen der Elektrotechnik, 20. Auflage, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden, Vieweg+Teubner, 2005

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| | |
|---------------|---|
| EMI805 | <p>Elektro- und Messtechniklabor 1 Veranstaltungsart: Vorlesung/Labor SWS: 2.0 Lerninhalt: -Funktionsweise und Bedienung von Multimetern (analog und digital) und Oszilloskopen (analog und digital)</p> <p>-Messfehler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maximale Messabweichungen aus Datenblättern bestimmen • Unterschied systematischer und zufälliger Messfehler • Fehlerfortpflanzung bei indirekten Messungen • Lineare Fehlerfortpflanzung • Gauß'sche Fehlerfortpflanzung <p>-Widerstandsmessung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stromfehlerschaltung • Spannungsfehlerschaltung • Wheatstone'sche Messbrücke (abgeglichen, nicht abgeglichen mit und ohne Belastung) • 2-Leiter-, 3-Leiter-- und 4-Leiter-Messung <p>-Auswertung von Messreihen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mittelwert und Streuung • Median, Perzentile, Box-Plots • Interpolation von Messergebnissen • Lineare Interpolation • Polynominterpolation • Ansatz der kleinsten Fehlerquadrate <p>Literatur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mühl, T., Einführung in die elektrische Messtechnik, 2. Auflage, Wiesbaden, Vieweg+Teubner Verlag, 2006 • Parthier, R., Messtechnik, 3. Auflage, Wiesbaden, Vieweg+Teubner Verlag, 2006 |
|---------------|---|

| | |
|---------------------------|------------------|
| Verwendbarkeit des Moduls | NES, EI, EI-plus |
|---------------------------|------------------|

| | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| Empfohlene Vorkenntnisse | Vektorrechnung, Infinitesimalrechnung |
|--------------------------|---------------------------------------|

| | |
|--|---|
| Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten | Elektrotechnik 1: Klausur K90 Labor Elektro- und Messtechnik muss m. E. attestiert sein. |
|--|---|

| | |
|---------------------------|---|
| Lernziele und Kompetenzen | Nach erfolgreichem Besuch dieses Moduls <ul style="list-style-type: none"> • verfügen die Studierenden über die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik, sozusagen das Handwerkszeug für das Studium, |
|---------------------------|---|

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

- kennen die Studierenden die Gesetze, welche beim Fließen eines elektrischen Stromes gelten und wissen, welche Eigenheiten Materialien dabei zeigen,
- Verfügen die Studierenden über die Kenntnis, wie Ladungen und Ströme elektrische und magnetische Felder erzeugen können,
- Verfügen die Studierenden über grundlegende Kenntnis der Wirkung von Ladungen und Strömen an Beispiel von Kondensatoren, Spulen, Motoren, Generatoren, Kommunikationssystemen und vielen weiteren Anwendungen,
- kennen die Studierenden über die grundlegenden Zusammenhänge der Feldgrößen und wie diese mathematisch beschrieben.

Zudem sind die Studierenden nach dem Besuch dieses Modus in der Lage

- einfache Messproblematiken für elektrische Größen zu erfassen,
- die wichtigsten Messgeräte der Elektrotechnik wie z.B. Multimeter und Oszilloskop etc. zu bedienen,
- einfache Messungen elektrischer Größen durchzuführen und die Messungen auszuwerten,
- Messfehler qualitativ zu erkennen und quantitativ zu erfassen.

| | | | |
|--|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfung Elektrotechnik 1 | | | |
| zugeordnet zu: Modul NES-02 Elektrotechnik 1 | | | |
| Prüfungsnummer: | 1020 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

| | | | |
|---|----------------|----------------------|-------------|
| Prüfung Labor Elektro- und Messtechnik 1 | | | |
| zugeordnet zu: Modul NES-02 Elektrotechnik 1 | | | |
| Prüfungsnummer: | 1025 | Prüfungsform: | Laborarbeit |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | unbenotet |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-03 Mathematik 1 | | | |
|----------------------------------|----------------------------|--|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Professor Dr. rer. nat. Harald Wiedemann | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 7.0 | Workload (h): | 210 |
| empf. Semester: | 1. Semester | Kontaktzeit (h): | 90 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 120 |
| Lehrform: | Vorlesung | SWS: | 6.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (WS) | Gruppengröße: | 0 |

Zugeordnete Prüfungen 1030 Mathematik I

Lehrveranstaltungen

- M+V0100 Mathematik I**
 Veranstaltungsart: Vorlesung
 SWS: 6.0
 Lerninhalt:
- Wiederholung der Grundlagen
 Zunächst wird das Basiswissen wiederholt (Mengen, Zahlen, Gleichungen und Ungleichungen, Binome, Rechnen mit Brüchen, Potenzen und Logarithmen), Grundlagen der Aussagenlogik
 - Vektoralgebra und analytische Geometrie
 Nach Einführung der Grundbegriffe und Grundlagen werden die Anwendungsmöglichkeiten besprochen und die Anwendung im 3-dimensionalen Raum geübt, der Zusammenhang mit linearen Gleichungssystemen wird dargestellt
 - Funktionen und Kurven
 Anhand wichtiger Funktionen (ganz- und gebrochenrationale Funktionen, Potenz- und Wurzelfunktionen, trigonometrische Funktionen, Exponential- und Logarithmusfunktion, Hyperbelfunktion) wird der Funktionsbegriff und die Darstellung von Funktionen geübt. Den Abschluss bilden Betrachtungen zur Stetigkeit und zum Grenzwert.
 - Differentialrechnung
 Über die Vertiefung des Grenzwertbegriffs wird die Differentialrechnung eingeführt. Die Ableitungsregeln werden an verschiedenen praktischen Beispielen geübt.
 - Folgen und Reihen
 Der Begriff der Folge wird eingeführt, es werden unendliche Reihen, Potenzreihen und die Taylorentwicklung besprochen.
 - Integralrechnung
 Abschluss bildet die Integralrechnung. Bestimmte und unbestimmte Integrale, Ingerationsregeln und -methoden werden besprochen.

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

- Literatur :
- Papula, L.: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 1, Vieweg, Papula, L. (Vieweg, 2000)
 - Arens et al: Mathematik, (Spektrum Akademischer Verlag, 2011)

Verwendbarkeit des Moduls Bachelor BM, BT, MA, NES, UT - Grundstudium

Empfohlene Vorkenntnisse Schulkenntnisse Mathematik, evtl. Brückenkurs

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Klausurarbeit, 90 Min.

Lernziele und Kompetenzen Die Studierenden besitzen das Rüstzeug, wesentliche Wirkungszusammenhänge in den angewandten Wissenschaften nachvollziehen und konstruktiv damit umgehen zu können. Die Studierenden beherrschen die mathematische Fachterminologie, das Instrumentarium und das grundsätzliche Herangehen an Problembehandlungen so, dass sie diese auf konkrete ingenieurmäßige Aufgaben übertragen und anwenden können. Die Studierenden sind in der Lage, Probleme aus der Praxis mit Hilfe des Vorlesungsstoffs selbstständig zu lösen.

Prüfung Mathematik I

zugeordnet zu: Modul NES-03 Mathematik 1

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 1030 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-04 Nachhaltige Energiesysteme I | | | |
|--|----------------------------|-----------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Prof. Dr. Schmidt | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 7.0 | Workload (h): | 210 |
| empf. Semester: | 1. und 2. Semester | Kontaktzeit (h): | 120 |
| Moduldauer (Semester): | 2 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 90 |
| Lehrform: | Vorlesung | SWS: | 8.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes 2. Semester | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|--|
| Zugeordnete Prüfungen | 1040 | Regenerative Energiesysteme |
| | 2010 | Ringvorlesung Sustainable Energy Engineering |

Lehrveranstaltungen

EMI6101 Regenerative Energiesysteme
 Veranstaltungsart: Vorlesung
 SWS: 4.0

M+V1062 Ringvorlesung Sustainable Energy Engineering
 Veranstaltungsart: Vorlesung
 SWS: 4.0

Lerninhalt: Relevante Technologien für 100% EE Energiesystem:

- PV, Wind, Batteriespeicher, PtX, Biogas, Pyrolyse, Wasserkraft
- Smart Grids, Demand Side Management, Elektromobilität
- Energieeffiziente Gebäude- und Heiztechnik
- Energieverteilung und Netze
- Energiemanagement, Simulation und Modellierung von Energieflüssen
- Aktiver CO₂-Entzug (CDR)
- Externe Vorträge / Themen nach Verfügbarkeit

Literatur : keine speziellen Empfehlungen

Verwendbarkeit des Moduls Bachelor NES - Grundstudium

Empfohlene Vorkenntnisse Gute Physikkenntnisse, Niveau mindestens Fachhochschulreife

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Regenerative Energiesysteme: Klausurarbeit, 90 Min.; Gewichtung der Modulnote: 50%

Ringvorlesung Sustainable Energy Engineering: Hausarbeit; Gewichtung der Modulnote: 50%

Lernziele und Kompetenzen

Nach erfolgreichem Besuch dieses Moduls verfügen die Studierenden über Grundlagenkenntnisse zur Energieversorgung und den prinzipiellen Aufbau von Energieversorgungsnetzen, mit Fokus auf elektrische Energie und nachhaltige Erzeugung.

| Prüfung Regenerative Energiesysteme | | | |
|--|----------------|----------------------|----------------|
| zugeordnet zu: Modul NES-04 Nachhaltige Energiesysteme I | | | |
| Prüfungsnummer: | 1040 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

| Prüfung Ringvorlesung Sustainable Energy Engineering | | | |
|---|----------------|----------------------|----------------|
| zugeordnet zu: Modul NES-04 Nachhaltige Energiesysteme I | | | |
| Prüfungsnummer: | 2010 | Prüfungsform: | Hausarbeit |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-05 Physik | | | |
|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Professor Dr.-Ing. Christian Ziegler | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 7.0 | Workload (h): | 210 |
| empf. Semester: | 1. und 2. Semester | Kontaktzeit (h): | 90 |
| Moduldauer (Semester): | 2 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 120 |
| Lehrform: | Vorlesung/Labor | SWS: | 6.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes 2. Semester | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|-------------|
| Zugeordnete Prüfungen | 1050 | Physik |
| | 2020 | Physiklabor |

Lehrveranstaltungen

| | |
|----------------|---|
| M+V0102 | Physik |
| | Veranstaltungsart: Vorlesung |
| | SWS: 4.0 |
| | Lerninhalt: |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Größen und mathematische Grundlagen Definitionen und Maßeinheiten; eine Auswahl mathematischer Verfahren in der Physik • Mechanik Kinematik und Dynamik: Grundgesetze der klassischen Mechanik; Mechanik des Massenpunktes; Arbeit, Energie und Leistung; elastischer und inelastischer Stoß; Mechanik des starren Körpers, Translation und Rotation; • Wärme spezifische Wärme; Wärmeausdehnung • Ausgewählte Anwendungsbeispiele |
| | Literatur : |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Physik, D. C. Giancoli (Pearson Education, 2019) • Physik für Wissenschaftler und Ingenieure, P. A. Tipler (Springer Spektrum Verlag, 2019) • Physik für Ingenieure, Hering, Martin, Stohrer (Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012) • Physik, U. Harten (Springer Vieweg, 2017) • Taschenbuch der Physik, H. Kuchling (Carl-Hanser-Verlag, 2014) • Taschenbuch der Physik, Stöcker (Verlag Harri Deutsch, 2018) |

| | |
|----------------|--|
| M+V0103 | Physiklabor |
| | Veranstaltungsart: Labor |
| | SWS: 2.0 |
| | Lerninhalt: |
| | Im Praktikum wird in einfachen Versuchen die Kunst des Messens und Beobachtens, die Gewinnung quantitativer Zusammenhänge, die |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Erarbeitung physikalischer Sachverhalte und besonders die kritische Wertung der gewonnenen Ergebnisse geübt und sich mit den benutzten Apparaten und ihrer Funktion vertraut gemacht.

Die Experimente werden in kleinen betreuten Gruppen bearbeitet. Am Ende eines jeden Versuchs steht die Anfertigung eines Laborberichts. Dieser beinhaltet neben den theoretischen Grundlagen des Versuchs eine geeignete Darstellung der wichtigsten Ergebnisse inklusive einer Abschätzung der Fehler im Rahmen einer Fehlerrechnung.

Für jeden Versuch ist ein Laborbericht zu erstellen.

Literatur :

- Physikalisches Praktikum, D. Geschke (Teubner, 2001)
- Praktikum der Physik, W. Walcher (Teubner, 2000)
- Physik, D. C. Giancoli (Pearson Education, 2009)
- Physik für Wissenschaftler und Ingenieure, P. A. Tipler (Springer Spektrum Verlag, 2015)
- Taschenbuch der Physik, H. Kuchling (Carl-Hanser-Verlag, 2014)

| | |
|--|---|
| Verwendbarkeit des Moduls | Bachelor BM, BT, MA, NES, UT - Grundstudium |
| Empfohlene Vorkenntnisse | keine |
| Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten | Physik: Klausurarbeit, 90 Min., Gewichtung: Note ist Modulnote Labor Physik: Laborarbeit muss m. E. attestiert sein; Gewichtung: - |
| Lernziele und Kompetenzen | <p>Die Ingenieurin/Der Ingenieur benötigt die physikalischen Grundlagen für das Verständnis der im Studium folgenden Fachvorlesungen und insbesondere für alle technischen Fachgebiete in der Praxis.</p> <p>Die Studierenden müssen in der Lage sein, grundlegende physikalische Aufgabenstellungen zu lösen. Dazu gehört die Anwendung von Erhaltungssätzen, Bewegungsgleichungen und Ergebnissen der modernen Physik.</p> <p>In der Vorlesung Physik werden die physikalischen Zusammenhänge anhand konkreter Beispiele vorgestellt, entwickelt, beschrieben und erläutert und die Anwendung spezieller mathematischer Methoden geübt.</p> <p>Im Praktikum macht die weitgehend selbst aufgebaute Versuchsanordnung, die auch modernen Apparate zugrunde liegenden physikalischen Prinzipien, das Zusammenspiel der benutzten Komponenten und ihre Beeinflussbarkeit durch den/die Experimentator*in deutlich. In den Versuchen wird die Kunst des Messens und Beobachtens, die Gewinnung quantitativer Zusammenhänge, die Erarbeitung physikalischer Sachverhalte und besonders die kritische Wertung der gewonnenen Ergebnisse eingeübt. Ebenso muss sich der/die Experimentator*in mit den benutzten Apparaten und ihrer Funktion vertraut machen. Die Experimente werden in kleinen, betreuten Gruppen bearbeitet. Die</p> |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Schlüsselkompetenzen Kommunikationsfähigkeit und Teamfähigkeit sowie die Umsetzung theoretischer Grundlagen in praktische Anwendungen werden eingeübt.

| | | | |
|------------------------------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfung Physik | | | |
| zugeordnet zu: Modul NES-05 Physik | | | |
| Prüfungsnummer: | 1050 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

| | | | |
|------------------------------------|----------------|----------------------|-------------|
| Prüfung Physiklabor | | | |
| zugeordnet zu: Modul NES-05 Physik | | | |
| Prüfungsnummer: | 2020 | Prüfungsform: | Laborarbeit |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | unbenotet |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-06 Dokumentation | | | |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Professor Dr.-Ing. Ali Daryusi | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 7.0 | Workload (h): | 210 |
| empf. Semester: | 1. und 2. Semester | Kontaktzeit (h): | 90 |
| Moduldauer (Semester): | 2 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 120 |
| Lehrform: | Vorlesung/Labor | SWS: | 6.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes 2. Semester | Gruppengröße: | 0 |

Zugeordnete Prüfungen 2030 Technische Dokumentation und CAD

Lehrveranstaltungen

- M+V0129 Hands-on-Labor**
 Veranstaltungsart: Labor
 SWS: 2.0
 Lerninhalt: Zerlegen und Montieren technischer, besonders mechanischer Systeme. Beispielhafte Systeme sind verschraubte und mit Dichtungen versehene Rohrleitungen, Stirnradgetriebe und schaltbare Planetengetrieben.
- Analysieren der Systeme und Beschreibung der Wirkzusammenhänge und des jeweiligen Aufbaus.
- Verknüpfung und Festigung von Lerninhalten anderer Veranstaltungen (z. B. Technische Dokumentation, Werkstofftechnik, Technische Mechanik I) anhand der analysierten Systeme.
- Literatur : Es gibt keine zwingende Literatur. Zur Vertiefung empfehlen wir aber: Roloff/Matek Maschinenelemente, Springer: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-26280-8>
- M+V1003 Technische Dokumentation und CAD**
 Veranstaltungsart: Vorlesung/Labor
 SWS: 4.0
 Lerninhalt: **Technische Dokumentation:**
- Grundlagen des Technischen Zeichnens: Zeichnungsformate,
 - Anordnung der Ansichten und Linienarten in technischen Zeichnungen
 - Positionsnummern, Zeichnungsarten, Schriftfelder, Stücklisten und Faltung auf Ablageformat.
 - Bemaßungsregeln und Maßeintragung in Zeichnungen, Längen- und Winkelmaße, technische Oberflächen, Rauheitskenngrößen,

- Maßtoleranzen, Toleranzangaben, Passungsangaben, Form- und Lagetoleranzen
- Werkstück-Ansichten, Einzelheiten, Schnittdarstellung
- Abwicklungen und Durchdringungen
- Bemaßung von geometrischen Körpern, Angaben zur Oberflächenbehandlung (Härteangaben)
- Darstellung und Bemaßung von Normteilen und Schweißverbindungen
- Werkstoffe
- Die zu behandelnden Themen werden anhand von Übungen vertieft.

CAD:

- Schematische Zeichnungen
Grundfließbild, Verfahrensließbild, RI-Fließbild, MSR-Kreisschemata, elektrotechnische Schaltpläne
- Maßstäbliche Zeichnungen
Zweidimensionale Konstruktionszeichnungen, Zweidimensionale Lage- und Aufstellungsplanung, Isometrien
- Dreidimensionale Zeichnungen
Rohrleitungsplanung, Aufstellungsplanung
- Informationsverarbeitung und Datenbanken
Anforderungen bei systematischer Anlagenplanung, Informationsflussanalyse bei Anlagenplanung, Integrierte Informationsverarbeitung im Anlagenbau, Integration von EDV-Systemen zur Rohrleitungsplanung auf Basis einer Ingenieurdatenbank, PFPD- ein DV-System für die Erstellung von Prüfplänen und Dokumentation von Bauprüfungen von Anlagen und Teilanlagen
- Kopplung von CAD mit Berechnungsprogrammen
- Dokumentation
rechnergestützt, Grundstruktur Gesamtdokumentation, Projekt, Engineering, Genehmigung, Beschaffung, Anlage, Betrieb, Rückbau, As-built, Dokumenten-kennzeichnung, Anforderungen an den Rohrteile-/Rohrklassenkatalog
- Anwendung
Durchgängige CAD-3D-Anlagenplanung, Rohrleitungsplanung mit 3D-CAD, Planung verfahrenstechnischer Anlagen mit CAD-Einsatz
- Vom CAD zum BIM für TGA

Literatur :

Technische Dokumentation:

- Hoischen, H., Fritz, A.: Technisches Zeichnen - Grundlagen, Normen, Beispiele, Darstellende Geometrie, Geometrische Produktspezifikation, 37. Auflage, Cornelsen-Verlag Berlin, 2020
- Tabellenbuch Metall mit Formelsammlung, 48. Auflage, Europa-Lehrmittel Verlag, 2019, korrigierter Nachdruck 2020
- Tabellenbuch Anlagenmechanik für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik, 3. Auflage, Westermann, 2018
- Tabellenbuch Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik, 2. Auflage, Europa-Lehrmittel Verlag, 2012
- Kurz, U., Wittel, H.: Böttcher/Forberg Technisches Zeichnen. Grundlagen, Normung, Übungen und Projektaufgaben, 26. Auflage, Springer Vieweg Verlag, 2013
- Labisch, Weber: Technisches Zeichnen - Grundkurs, 4. Auflage, Springer Vieweg Verlag, 2013

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

CAD:

- Vorlesungsunterlagen
- PERINORM

Verwendbarkeit des Moduls

Bachelor MA, NES - Grundstudium

Empfohlene Vorkenntnisse

keine

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Hands-on-Labor: Laborarbeit

Technische Dokumentation und CAD: Klausurarbeit, 90 Min., und Laborarbeit

Klausurnote ist Modulnote; Laborarbeiten müssen m. E. attestiert sein.

Lernziele und Kompetenzen

Technische Dokumentation:

- Die Lehrveranstaltung vermittelt Grundkenntnisse zur normgerechten technischen Darstellung von Bauteilen und Baugruppen des Maschinenbaus.
- Die Studierenden verschaffen sich in der Veranstaltung „Technische Dokumentation“ einen Überblick über die technischen Regelwerke und die Bedeutung der nationalen und internationalen Normung für die Konstruktion und die Anwendung von Maschinenteilen.
- Die Studierenden erlernen die grundlegenden Techniken des technischen Zeichnens als Informationsmittel für Konstruktion und Fertigung.
- Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zum normgerechten Erstellen, Bemaßen und Lesen technischer Zeichnungen.
- Die Studierenden verstehen die Bedeutung und Klassifikation möglicher Gestaltabweichungen technischer Oberflächen von Maschinenelementen.
- Die Studierenden lernen die Notwendigkeit von Maßtoleranzen, Passungssystemen, Oberflächenangaben sowie Form- und Lagetoleranzen für die wirtschaftliche Fertigung und das Zusammenwirken von Maschinenelementen kennen.

CAD

- Die Studierenden erlernen in der Veranstaltung CAD den Umgang mit einem CAD-Arbeitsplatz, haben einen Überblick über Einsatzbereiche von CAD-Systemen und verstehen die Bedeutung von CAD-Systemen für den betrieblichen Informationsfluss.
- Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse über allgemeine Methoden und Arbeitstechniken zur 3D-Modellierung und Konstruktion von Bauteilen und Baugruppen, zur Definition von Normteilen sowie zur Ableitung von normgerechten Fertigungszeichnungen.

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 21 von 90

- Die Studierenden beherrschen die wesentlichen Funktionen eines modernen CAD-Programms und müssen nach Abschluss des Moduls in der Lage sein, selbständig einfache Bauteile und Baugruppen mit einem CAD-System zu modellieren und zu visualisieren sowie daraus technische Zeichnungen zu generieren.
- Die Studierenden sammeln ihre ersten Erfahrungen in der industriellen Projektarbeit durch das Arbeiten und Problemlösen in Gruppen (durch eine Hausarbeit). Es werden ergänzende Hinweise vermittelt.

Prüfung Technische Dokumentation und CAD

zugeordnet zu: Modul NES-06 Dokumentation

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 2030 | Prüfungsform: | 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-07 Mathematik II | | | |
|-----------------------------------|----------------------------|--|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Professor Dr. rer. nat. Harald Wiedemann | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 5.0 | Workload (h): | 150 |
| empf. Semester: | 2. Semester | Kontaktzeit (h): | 60 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 90 |
| Lehrform: | Vorlesung | SWS: | 4.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (SS) | Gruppengröße: | 0 |

Zugeordnete Prüfungen 2040 Mathematik II

Lehrveranstaltungen

M+V0101

Mathematik II

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 4.0

Lerninhalt:

- Lineare Algebra
Nach Einführung von Determinanten und Matrizen wird der Zusammenhang zu linearen Gleichungssystemen hergestellt. Eigenwerte und Eigenvektoren werden besprochen.
 - Komplexe Zahl
Die komplexe Zahl und ihre Darstellungsmöglichkeiten werden diskutiert. Dabei werden die Rechenregeln eingeführt und Möglichkeit der Darstellung der komplexe Funktion einer reellen Veränderlichen als Ortskurve vertieft, ebenso die technischen Anwendungen.
 - Gewöhnliche Differentialgleichungen
Die Bedeutung der Differentialgleichung und der technische Unterschied zwischen Anfangs- und Randwertproblem werden erläutert. Lösungsmethoden für Differentialgleichungen 1. Ordnung und 2. Ordnung mit konstanten Koeffizienten werden hergeleitet. Die Lösung von linearen Differentialgleichungen n-ter Ordnung mit konstanten Koeffizienten wird sowohl mit dem Exponentialansatz als auch über die Laplace-Transformation gezeigt.
 - Differential- und Integralrechnung für Funktionen von mehreren Variablen
Den Abschluss bildet die Betrachtung von Funktionen mit mehreren Variablen sowie die Differentiation und Integration dieser Funktion. Substitutionsregeln für Funktionen mehrerer Variabler werden besprochen und auf Koordinatentransformationen angewendet.
- Literatur :
- Papula, L.: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler Band 2, Vieweg, Papula, L. (Vieweg, 2000)
 - Arens et al: Mathematik, (Spektrum Akademischer Verlag, 2011)

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Verwendbarkeit des Moduls Bachelor BM, BT, MA, NES, UT - Grundstudium

Empfohlene Vorkenntnisse Stoff des Moduls Mathematik I

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Klausurarbeit, 90 Min.

Lernziele und Kompetenzen Die Studierenden besitzen das Rüstzeug, wesentliche Wirkungszusammenhänge in den angewandten Wissenschaften nachvollziehen zu können und konstruktiv damit umgehen können. Die Studierenden beherrschen die mathematische Fachterminologie, das Instrumentarium und das grundsätzliche Herangehen an Problembearbeitungen so, dass sie diese auf konkrete ingenieurmäßige Aufgaben übertragen und anwenden können. Die Studierenden sind in der Lage, Probleme aus der Praxis mit Hilfe des Vorlesungsstoffs selbstständig zu lösen. Durch die bewusste Auswahl an Beispielen und Übungsaufgaben wird der Stoff des Moduls Mathematik I gefestigt.

Prüfung Mathematik II

zugeordnet zu: Modul NES-07 Mathematik II

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 2040 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

- Literatur :
- Mehrphasige Systeme reiner Stoffe: Zustandsgrößen, Zustandsgleichungen im Zweiphasengebiet (auch Diagramme und Zahlentafeln), einfache Zustandsänderungen und Clausius-Clapeyron-Gleichung.
 - Kreisprozesse mit Dämpfen, insb. Clausius-Rankine-Prozess und Kompressions-Kältemaschine/Wärmepumpe)
 - Gemische von Gasen: Feuchte Luft (Zustandsgrößen und h,x-Diagramm).
 - Kurze Einführung in die Grundlagen der Wärmeübertragung. Aufgaben- und Materialsammlung als Unterlage für die Vorlesung.

- Technische Thermodynamik, E. Hahne (Oldenbourg, 2010)
- Einführung in die Thermodynamik, G. Cerbe, H.-J. Hoffmann (Carl Hanser Verlag, 2008)
- Fundamentals of Engineering Thermodynamics, M. Moran, H. Shapiro (Wiley, 2008)
- Thermodynamik, Band 1, Einstoffsysteme, K. Stephan, F. Mayinger (Springer Verlag, 2010)
- Thermodynamik, H. D. Baehr (Springer Verlag, 2006)

Große Auswahl an weiterführender Literatur (z. B. "Thermodynamik im Klartext", D. Dunn (Pearson, 2004) oder "Keine Panik vor der Thermodynamik!", D. Labuhn, O. Romberg (Vieweg+Teubner, 2011) in der Hochschulbibliothek.

Verwendbarkeit des Moduls

Bachelor NES - Grundstudium, MA - Hauptstudium

Empfohlene Vorkenntnisse

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Klausurarbeit, 120 Min.

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden lernen das zugrunde liegende Begriffssystem der Thermodynamik und sind in der Lage, auf die jeweilige Problemstellung bezogen geeignete Systeme zu definieren und die Erhaltungssätze zu formulieren. Sie können die Hauptsätze anwenden und damit die zu übertragenden Energien quantitativ bestimmen.

Die Studierenden lernen unterschiedliche Stoffmodelle kennen und können die thermischen und kalorischen Zustandsgleichungen angeben und anwenden bzw. in entsprechenden Zustandsdiagrammen arbeiten. Damit sind sie auch in der Lage, sich in weitere Gebiete der phänomenologischen Thermodynamik (z. B. Mehrstoffsysteme/Mischphasenthermodynamik oder Reaktionen/chemische Thermodynamik) einzuarbeiten.

Die Studierenden können die Größe Entropie in Berechnungen anwenden, damit Aussagen über die Reversibilität und Irreversibilität

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

treffen und mit Hilfe der Exergie energiewirtschaftliche und/oder prozessbezogene Bewertungen vornehmen.

Mit Hilfe der Zustandsänderungen können Aussagen über links- und rechtsgängige Kreisprozesse gemacht werden, wobei sowohl der Bereich der reinen Gasphase als auch des Zweiphasengebietes eingeschlossen ist.

Die Studierenden kennen die grundlegenden Zusammenhänge der Wärmeübertragung, insb. Wärmetransport, -leitung und -übergang sowie lang- und kurzwellige Strahlung.

Prüfung Technische Thermodynamik

zugeordnet zu: Modul NES-08 Thermodynamik

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 2050 | Prüfungsform: | Klausur 120 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-09 Elektrotechnik 2 | | | |
|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Prof. S. Meier | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 7.0 | Workload (h): | 210 |
| empf. Semester: | 2. Semester | Kontaktzeit (h): | 120 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 90 |
| Lehrform: | Vorlesung/Übung/Labor | SWS: | 8.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (SS) | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|----------------------------------|
| Zugeordnete Prüfungen | 2060 | Elektrotechnik 2 |
| | 2065 | Labor Elektro- und Messtechnik 2 |

Lehrveranstaltungen

| | |
|---------------|--|
| EMI812 | Elektrotechnik 2 |
| | Veranstaltungsart: Vorlesung/Übung |
| | SWS: 6.0 |
| | Lerninhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung von Wechselgrößen • Vom Zeigerdiagramm zur komplexen Darstellung von Strömen und Spannungen • Sinusförmige Ströme und Spannungen an Widerstand, Spule und Kondensator, sowie einfache Netzwerke • Schwingkreise und Filter • Beschreibung linearer Schaltungen mit Vierpolparametern • 6.Fourierreihenentwicklung • Dreiphasensysteme |
| | Literatur : Weißgerber, W., Elektrotechnik für Ingenieure 2, Wiesbaden, Vieweg, 2000 |
| | Meins, J., Scheithauer, R., Weidenfeller, H., Frohne, H., Löcherer, K.-H., Müller, H., Moeller Grundlagen der Elektrotechnik, 20. Auflage, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden, Vieweg+Teubner, 2005 |

| | |
|---------------|---|
| EMI813 | Labor Elektro- und Messtechnik 2 |
| | Veranstaltungsart: Vorlesung/Labor |
| | SWS: 2.0 |
| | Lerninhalt: Elektrische Widerstände <ul style="list-style-type: none"> • Statische Auswertung von Widerstandswerten einer Charge • Temperaturkoeffizienten diverser Widerstandarten bestimmen • Verhalten von nichtlinearen Widerständen (NTC, PTC) untersuchen • Kennlinie einer Si-Diode aufnehmen und auswerten |

- Kennlinien von VDR aufnehmen

Ideale Kondensatoren

- Lade- u. Entladevorgänge messtechnisch aufnehmen und mit Theorie vergleichen
- Übertragungsverhalten von RC-Tiefpässen aufnehmen und graphisch darstellen
- RC-Tiefpässe höherer Ordnung in der Zeit-u. der Frequenzebene untersuchen
- Analyse nicht sinusförmiger Signale

Frequenzabhängige Netzwerke

- Frequenz- und Phasengang eines Wien-Netzwerk messtechnisch aufnehmen
- Rechnen und Messen im dB-Maßstab
- Ersatzschaltbild eines stark verlustbehafteten
- Kondensators durch Messung bestimmen

Induktivitäten

- Güteverlauf einer Induktivität (mit Eisenkern) bestimmen
- Ersatzschaltbild aus dem Güteverlauf ableiten
- Kupfer- und Kernverluste bestimmen
- Skineffekt, Wicklungskapazität, Streuverluste und Wirbelstromverluste

Transistoren

- Kennlinienfeld eines bipolaren Transistors aufnehmen
- Verstärkerschaltung mit den ermittelten
- Tr-Kennwerten berechnen, aufbauen und messtechnisch untersuchen
- Vergleich der Messwerte mit den Vorgabewerten

Literatur : Siehe Literatur Vorlesungen Elektrotechnik 1 und Elektrotechnik 2

Verwendbarkeit des Moduls

NES, EI, EI-plus

Empfohlene Vorkenntnisse

Module Mathematik 1, Elektrotechnik 1

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Elektrotechnik 2: Klausurarbeit, 90 Min.

Labor Elektro- und Messtechnik: Laborarbeit muss mit Erfolg attestiert sein.

Lernziele und Kompetenzen

Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden moderne Halbleitertechnik in ihrem Aufbau und ihrer Funktionsweise verstehen sowie einfache Schaltungen entwerfen und Parameter daraus berechnen.

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 29 von 90

Prüfung Elektrotechnik 2

zugeordnet zu: Modul NES-09 Elektrotechnik 2

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 2060 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Prüfung Labor Elektro- und Messtechnik 2

zugeordnet zu: Modul NES-09 Elektrotechnik 2

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|-------------|
| Prüfungsnummer: | 2065 | Prüfungsform: | Laborarbeit |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | unbenotet |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 30 von 90

Zweiter Studienabschnitt

| | | | |
|--------------|----------------------------|------------|----------|
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 150.0 | SWS: | 0.0 |

| | |
|--------|--|
| NES-10 | Nachhaltige Energiesysteme II |
| NES-11 | Messtechnik |
| NES-12 | Elektrische Maschinen |
| NES-13 | Programmieren |
| NES-14 | Wahlmodul 1 |
| NES-15 | Wahlmodul 2 |
| NES-16 | Künstliche Intelligenz |
| NES-17 | BWL für Ingenieur*innen |
| NES-18 | Praxis |
| NES-19 | Data Engineering |
| NES-20 | Wahlmodul 3 |
| NES-21 | Regelungstechnik |
| NES-22 | Nachhaltige Energiesysteme III |
| NES-23 | Simulation, Optimierung und Automation |
| NES-24 | Wahlmodul 4 |
| NES-25 | Planung & Betrieb energietechnischer Anlagen |
| NES-26 | Bachelorarbeit |
| NES-27 | Wahlmodul Thermische Energietechnik 1 |
| NES-28 | Wahlmodul Thermische Energietechnik 2 |
| NES-29 | Wahlmodul Elektrische Energietechnik 1 |
| NES-30 | Wahlmodul Elektrische Energietechnik 2 |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-10 Nachhaltige Energiesysteme II | | | |
|---|----------------------------|--|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Professor Dr. rer. nat. Wolfgang Bessler | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 8.0 | Workload (h): | 240 |
| empf. Semester: | 3. und 4. Semester | Kontaktzeit (h): | 120 |
| Moduldauer (Semester): | 2 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 120 |
| Lehrform: | Vorlesung/Übung | SWS: | 8.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes 2. Semester | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|---|
| Zugeordnete Prüfungen | 3010 | Ressourcen- und Energiewirtschaft |
| | 4010 | Speicher: Batterie- und Brennstoffzellentechnik / Speicher für nachhaltige Energiesysteme |

Lehrveranstaltungen

M+V1063 Ressourcen- und Energiewirtschaft

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 4.0

Lerninhalt: Energieumwandlung

- Primärenergie
- Sekundärenergie und Energieverfahrenstechnik/Bereitstellung von Energieträgern
- Endenergie
- Nutzenergie

Energieträger

- Reserven und Ressourcen von Energierohstoffen
- Potentiale für die Nutzung erneuerbarer Energiequellen
- Energieeffizienz

Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre im Bereich der Energiewirtschaft

- ökonomische Grundbegriffe/betriebliche Kennzahlen
- Rechtsformen eines Unternehmens/Organisation
- Investitions- und Wirtschaftlichkeitsrechnung (insbes. Annuitätenmethode nach VDI 2067)
- Finanzierung und Liquiditätssicherung
- Produktion und Beschaffung

Energiewirtschaft

- Grundlagen der Energiewirtschaft für Deutschland/Europa/Welt
- Energiebilanzen
- Nachhaltigkeit: Operationalisierung und Messung des Konzepts sowie daraus abgeleitetes energiepolitische Maßnahmen
- Energiebereitstellung und Umweltschutz- sowie Klimaschutzmaßnahmen
- Überblick über verschiedene Märkte/ Emmisionshandel

konventionelle Energiebereitstellung und regenerative Energiebereitstellung

- Überblick zu Kraftwerksprozessen

Energieverteilung

- Literatur :
- leitungsgebundene Energie, insb. Strom und Gas
 - Bhattacharyya, S.C.: Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance, Springer, London, 2011.
 - Erdmann, G.; Zweifel, P.: Energieökonomik – Theorie und Anwendungen, 2nd edition, Springer, Berlin / Heidelberg, 2010.
 - Konstantin, P.: Praxisbuch Energiewirtschaft. Energieumwandlung, -transport und -beschaffung im liberalisierten Markt, 3rd edition, Springer, Berlin, 2013.
 - Narbel, P. A., J. P. Hansen, J. R. Lien.: Energy Technologies and Economics, Springer, 2014.
 - Ströbele, W.; Pfaffenberger, W.; Heuterkes, M.: Energiewirtschaft – Einführung in Theorie und Politik, 3rd edition, Oldenbourg, Munich, 2012.
 - Schiffer, Hans-Wilhelm: Energiemarkt Deutschland: Daten und Fakten zu konventionellen und erneuerbaren Energien; Wiesbaden : Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019

M+V1064

Speicher für nachhaltige Energiesysteme

Veranstaltungsart: Vorlesung/Übung

SWS: 2.0

- Lerninhalt:
- 1) Einführung: Übersicht von elektrischen und thermischen Speichertechnologien; Status quo und Beispiele
 - 2) Speicher in nachhaltigen Energiesystemen: Regenerative Energiespeicherung; Netzdienstleistungen; Peak Shaving; Notstromversorgung; Auslegung von Speichern; Regelung von Speichern
 - 3) Power-to-X: Chemische Speicher; Wasserstoffwirtschaft; e-fuels
 - 4) Nachhaltigkeit von Speichern: Rohstoffe, CO₂-Fußabdruck, Second Life, Recycling

Literatur : Skript zur Vorlesung

M+V1070

Speicher: Batterie- und Brennstoffzellentechnik

Veranstaltungsart: Vorlesung/Übung

SWS: 2.0

- Lerninhalt:
- 1) Grundlagen: Geschichte, Prinzip der elektrochemischen Energiewandlung, Aufbau elektrochemischer Zellen
 - 2) Batterien: Kennzahlen und Kennlinien, Alkali-Mangan, Blei-Säure, Lithium-Ionen, Systemtechnik
 - 3) Brennstoffzellen und Elektrolyseure: Kennlinien, Wirkungsgrade, Polymerelektrolytmembran-Brennstoffzelle

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

- Literatur :
- 4) Anwendungen: portable Anwendungen, mobile Anwendungen und Elektromobilität, stationäre Anwendungen und regenerative Energiespeicher
 - Skript zur Vorlesung
 - Reiner Korthauer, Handbuch Lithium-Ionen-Batterien. Springer Vieweg, Berlin Heidelberg, 2013
 - P. Kurzweil, O. Dietlmeier, Elektrochemische Speicher. Springer Vieweg, Wiesbaden, 2015

Verwendbarkeit des Moduls Bachelor NES - Hauptstudium

Empfohlene Vorkenntnisse Nachhaltige Energiesysteme I

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Ressourcen- und Energiewirtschaft: Klausurarbeit, 90 Min.; Gewichtung Modulnote: 50%

Speicher: Batterie- und Brennstoffzellentechnik und Speicher für nachhaltige Energiesysteme: Klausurarbeit, 60 Min., und Hausarbeit; Gewichtung Modulnote: 50%

| | | | |
|---|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfung Ressourcen- und Energiewirtschaft | | | |
| zugeordnet zu: Modul NES-10 Nachhaltige Energiesysteme II | | | |
| Prüfungsnummer: | 3010 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

| | | | |
|--|----------------|----------------------|-------------------------|
| Prüfung Speicher: Batterie- und Brennstoffzellentechnik / Speicher für nachhaltige Energiesysteme | | | |
| zugeordnet zu: Modul NES-10 Nachhaltige Energiesysteme II | | | |
| Prüfungsnummer: | 4010 | Prüfungsform: | Klausur & Hausarbeit 60 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-11 Messtechnik | | | |
|---------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Professor Dr. rer. nat. Dominik Giel | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 5.0 | Workload (h): | 150 |
| empf. Semester: | 3. Semester | Kontaktzeit (h): | 60 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 90 |
| Lehrform: | Vorlesung/Labor | SWS: | 4.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (WS) | Gruppengröße: | 0 |

Zugeordnete Prüfungen 3020 Messdatenerfassung mit Labor

Lehrveranstaltungen

M+V1028

Messdatenerfassung mit Labor

Veranstaltungsart: Vorlesung/Labor

SWS: 4.0

Lerninhalt: Die Registrierung von Betriebsparametern von Anlagen und Prüfständen nimmt im Rahmen von Automatisierungskonzepten einen breiten Raum ein. Für unterschiedliche Messgrößen besteht die Notwendigkeit, die gewonnenen Daten in einem Mess- und Steuerrechner weiterzuverarbeiten und darzustellen.

Es werden einführend diejenigen Teilaspekte einer Messkette wiederholt, die mit der Wandlung von analogen Signalen in digitale verbunden sind. Insbesondere sind dies die Funktionsweise von A/D-Wandlern für unterschiedliche Einsatzgebiete, eine an die A/D-Wandlung angepasste Filterung und Abtastung. Die Grundlagen der Signalverarbeitung werden soweit behandelt, dass mit den unvermeidbaren Problemkreisen des Aliasings und der zeitlichen Fensterung umgegangen werden kann.

Darauf aufbauend werden verschiedene, häufig eingesetzte Messwerterfassungssysteme vorgestellt, die jeweils unterschiedlichen Einsatzgebieten gerecht werden.

* USB-Module für Personalcomputer

* Messwerterfassung im Laborbetrieb über Instrumentierungsbusse (IEEE488, VXI)

Entscheidende Bedeutung kommt bei allen geschilderten Messwerterfassungssystemen dem Einsatz ausreichend flexibler

und bedienungsfreundlicher Software zu. An Beispielen wird für die unterschiedlichen Messwerterfassungssysteme auf deren Programmierung eingegangen.

Im Praktikumsteil wird sowohl Gruppenarbeit wie auch eine Ergebnispräsentation gefordert.

Es sollen insgesamt drei Versuche bearbeitet werden, jeweils einer aus den nachfolgenden Versuchsgruppen:

- A) Analyse von Wetterdaten mit LabVIEW
- B) - Messungen an einem Pt100-Widerstandsthermometer und einem Tiefpassfilter über den IEEE488-Bus
 - Vermessung eines Luftstroms mit Messgeräten an einem IEEE488-Bus
 - Messungen an einem Warmwasser-Schichtspeicher-Modell mit einem VXI-Messsystem
 - Charakterisierung von Wechselrichterschaltungen mit Messgeräten an einem IEEE488-Bus
- C) - USB-Messdatenakquisition mit 5B- und SSR-Modulen
 - USB-Messdatenakquisition für einen Solarzellen-Messstand
 - USB-Messdatenakquisition an einer Wechselspannungsquelle (Dynamo, Lichtmaschine)
 - USB-Messdatenakquisition für Dehnungsmessstreifen an einem Biegebalken.

Literatur :

- Messtechnik und Messdatenerfassung, 2. Aufl., Weichert N, Wülker M, Oldenbourg, 2010.
- Messtechnik und Messdatenerfassung, 2. Aufl., Weichert N, Wülker M, Oldenbourg, 2010.
- Moodle-Seiten zur Messdatenerfassung, Wülker M, Böhler K, Hochschule Offenburg, 2009.

Verwendbarkeit des Moduls

Bachelor NES - Hauptstudium

Empfohlene Vorkenntnisse

Messen und Messtechnik (z. B. aus Physik/Physiklabor), Elektrotechnikgrundlagen, Programmierung (z. B. LabVIEW aus Mathematische Anwendungen), allgemeine Rechnerkenntnisse (Windows-Betriebssystem)

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Klausurarbeit, 60 Min., und Laborarbeit (muss m. E. attestiert sein)

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden sind in der Lage:

- messtechnische Prinzipien zu erläutern,
- deren Gesetzmäßigkeiten verbal und mathematisch-formal auszudrücken,

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

- den mit der Digitalisierung verbundenen Informationsverlust einzuschätzen und Digitalisierungsfehler zu vermeiden,
- gängige Konfigurationen zur Messdatenerfassung benennen und beurteilen zu können,
- geeignete Auswerteverfahren und -techniken zu benennen und zu beurteilen,
- Messdaten quantitativ auszuwerten, die Grundlagen und Konventionen der Pneumatik zu beherrschen,
- pneumatische Konstruktionselemente zu kennen und beurteilen zu können,
- beispielhaft pneumatische Systeme verstehen und auslegen zu können, die Nutzung und Modellierung von pneumatischen Komponenten beurteilen zu können.

| | | | |
|---|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfung Messdatenerfassung mit Labor | | | |
| zugeordnet zu: Modul NES-11 Messtechnik | | | |
| Prüfungsnummer: | 3020 | Prüfungsform: | 60 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-12 Elektrische Maschinen | | | |
|---|----------------------------|-----------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Professor Dr.-Ing. Jörg Bausch | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 5.0 | Workload (h): | 150 |
| empf. Semester: | 3 | Kontaktzeit (h): | 60 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 90 |
| Lehrform: | Vorlesung/Labor | SWS: | 4.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (WS) | Gruppengröße: | 0 |

Zugeordnete Prüfungen 3030 Elektrische Maschinen und Anlagen mit Labor

Lehrveranstaltungen

M+V1037 Elektrische Maschinen und Anlagen mit Labor

Veranstaltungsart: Vorlesung/Labor

SWS: 4.0

- Lerninhalt:
- Kommutatormaschinen für Gleich- und Wechselstrom (Betriebsverhalten, Anlassen, Drehzahlverstellung)
 - Transformatoren und Wandler
 - Drehstromasynchronmaschinen (Betriebsverhalten, Anlassen, Drehzahlverstellung)
 - Synchronmaschinen

- Literatur :
- Fischer, R.: Elektrische Maschinen, 14. Auflage. München : Hanser, 2009.
 - Fuest, K., Döring, P.: Elektrische Maschinen und Antriebe, 7. Auflage. Wiesbaden : Vieweg+Teubner, 2007.
 - Linse, H., Fischer, R.: Elektrotechnik für Maschinenbauer : Grundlagen und Anwendungen, 12. Auflage. Stuttgart : Teubner, 2005.
 - Riefenstahl, U.: Elektrische Antriebstechnik, 3. Auflage, Wiesbaden : Vieweg+Teubner, 2010.

Verwendbarkeit des Moduls Bachelor NES - Hauptstudium

Empfohlene Vorkenntnisse Die Prüfungsleistung in Elektrotechnik sollten erfolgreich erbracht sein. Die Beherrschung der Themen "Wechselstrom" und "Drehstrom" aus der Vorlesung Elektrotechnik und Elektronik ist zum Verständnis des angebotenen Lehrstoffs notwendig.

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Klausurarbeit, 60 Min., und Laborarbeit. Voraussetzung für die Teilnahme zur Klausur ist die erfolgreiche Teilnahme im Labor.

Lernziele und Kompetenzen

Die Student*innen lernen das Prinzip elektrischer Energiewandler kennen. Sie lernen die elektrischen Maschinen hinsichtlich ihres Betriebsverhaltens zu analysieren, zu bewerten und im Rahmen des Laborteils auch zu bedienen und an das Versorgungsnetz anzuschließen. Die Student*innen kennen die unterschiedlichen charakteristischen Betriebsverhalten und Kennlinien elektrischer Maschinen und sind in der Lage Berechnungen zu elektrischer und mechanischer Leistung durchzuführen. Die Student*innen können komplexe Berechnungen im Zusammenhang mit Drehstrommaschinen und zugehörigen Blindleistungskompensationen durchführen. Die Student*innen kennen das Prinzip von Stern- und Dreieckschaltung und die Funktionsweise von Frequenzumrichtern in der Anwendung von Drehstrommaschinen.

Die Studierenden erlangen folgende Kompetenzen:

- Kenntnis des Betriebsverhaltens von Gleichstrommaschinen, Synchronmaschinen, Drehfeldmaschinen an Wechselstromversorgung und im Betrieb mit Frequenzumrichtern
- Kenntnis der unterschiedlichen elektrischen Maschinen, vor allem die in der Industrie gebräuchlichen Typen, wie Synchron-, Asynchron- und Gleichstrommaschinen
- Leistungsberechnung elektrisch wie mechanisch zu Gleich- und Drehstrommaschinen
- Ermittlung und Berechnung von Wirkungsgrad, Wirk-, Blind-, Scheinleistung

| | | | |
|--|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfung Elektrische Maschinen und Anlagen mit Labor | | | |
| zugeordnet zu: Modul NES-12 Elektrische Maschinen | | | |
| Prüfungsnummer: | 3030 | Prüfungsform: | 60 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-13 Programmieren | | | |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Prof. Dr. Wehr | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 8.0 | Workload (h): | 240 |
| empf. Semester: | - | Kontaktzeit (h): | 90 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 150 |
| Lehrform: | Vorlesung/Labor | SWS: | 6.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (WS) | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|--------------------------|
| Zugeordnete Prüfungen | 3040 | Programmierung-Vorlesung |
| | 3045 | Praktikum Programmierung |

Lehrveranstaltungen

EMI6102 Programmierung-Vorlesung

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 4.0

Lerninhalt: Die Vorlesung vermittelt ein strukturiertes Vorgehen zur Lösung von Programmierproblemen. Verschiedene Problemstellungen werden in Python modelliert und schrittweise gelöst. Unit-Tests dienen der Qualitätssicherung.

In der Vorlesung werden folgende Python-Konzepte behandelt:

- Funktionen, inkl. geschachtelter und anonymer Funktionen, ebenso Funktionen höherer Ordnung und rekursive Funktionen.
- Aufzählungen (Literal), Records und Union
- Listen und Tupel, geschachtelte Listen
- Schleifen (for, while)
- Veränderbarer Zustand, Aliasing
- Einfache Klassen und Objekte (ohne Vererbung)
- Module
- Dateien
- Unit-Tests
- Dictionaries und Mengen
- Exceptions

Literatur : Theis, Thomas (2019): Einstieg in Python: Programmieren lernen für Anfänger. Rheinwerk Computing.

Klein, Bernd (2017): Einführung in Python 3. Hanser.

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Downey, Allen (2015): Think Python: How to Think Like a Computer Scientist. O'Reilly. Online: <http://greenteapress.com/thinkpython/html/index.html>

EMI6103 **Praktikum Programmierung**

Veranstaltungsart: Labor

SWS: 2.0

Lerninhalt: In der Vorlesung werden folgende Python-Konzepte behandelt:

- Funktionen, inkl. geschachtelter und anonymer Funktionen, ebenso Funktionen höherer Ordnung und rekursive Funktionen.
- Aufzählungen (Literal), Records und Union
- Listen und Tupel, geschachtelte Listen
- Schleifen (for, while)
- Veränderbarer Zustand, Aliasing
- Einfache Klassen und Objekte (ohne Vererbung)
- Module
- Dateien
- Unit-Tests
- Dictionaries und Mengen
- Exceptions

Literatur : Theis, Thomas (2019): Einstieg in Python: Programmieren lernen fu#r Anfa#nger. Rheinwerk Computing.

Klein, Bernd (2017): Einfu#hrung in Python 3. Hanser.

Downey, Allen (2015): Think Python: How to Think Like a Computer Scientist. O'Reilly. Online: <http://greenteapress.com/thinkpython/html/index.html>

Verwendbarkeit des Moduls

Bachelor-Studiengang AKI und NES

Empfohlene Vorkenntnisse

Keine

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Programmierung - Vorlesung: Klausurarbeit, 90 Min.; Modulnote entspricht Klausurnote

Praktikum Programmierung: Laborarbeit; muss mit Erfolg attestiert sein

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden kennen grundlegende Begriffe und Konzepte der Informatik. Sie verstehen die Prinzipien wie Computer, Netzwerke,

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 41 von 90

speziell das Internet sowie betriebliche Anwendungssysteme funktionieren. Die Studierenden kennen die prozeduralen Elemente von Python und sind selbst in der Lage, Problemstellungen in Python prozedural umzusetzen und zu lösen. Der Umgang mit einer Entwicklungsumgebung ist ihnen vertraut.

Prüfung Programmierung-Vorlesung

zugeordnet zu: Modul NES-13 Programmieren

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 3040 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Prüfung Praktikum Programmierung

zugeordnet zu: Modul NES-13 Programmieren

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|-------------|
| Prüfungsnummer: | 3045 | Prüfungsform: | Laborarbeit |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | unbenotet |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-14 Wahlmodul 1 | | | |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Prof. Hartmann | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 8.0 | Workload (h): | 240 |
| empf. Semester: | 3. Semester | Kontaktzeit (h): | 120 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 120 |
| Lehrform: | Vorlesung | SWS: | 8.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (WS) | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|---------------------------------|
| Zugeordnete Prüfungen | 3050 | Bauphysik |
| | 3060 | Heizungstechnik |
| | 3090 | Verfahrenstechnische Grundlagen |
| | 3100 | Organische Chemie |

Lehrveranstaltungen

EMI6105 Smart Grids
 Veranstaltungsart: Vorlesung
 SWS: 4.0

EMI6106 Elektronische Bauelemente
 Veranstaltungsart: Vorlesung
 SWS: 4.0
 Lerninhalt: **1. Einführung**

- 1.Übersicht des Gebiets
- 2.Begriffsklärungen

2.Wiederholung aus ET1

- 1.Lineare Bauteile
- 2.Lineare Netzwerkanalyse
- 3.Zusammenhänge elementarer physikalischer Größen

3.Grundlagen der Halbleiterphysik

- 1.Grundlegende Begriffe und Konzepte
- 2.Grundgleichungen
- 3.Ladungsträgertransport und Strom
- 4.Ausgleichsvorgänge von Ladungen

4.Passive Bauelemente

- 1.Widerstände
- 2.Kondensatoren

- 3.Spulen
- 4.Dioden

5.Aktive Bauelemente: Transistoren

- 1.Physikalische Grundlagen und mathematische Beschreibung
- 2.Bipolartransistoren
 - 2.1 Grundsaltungen
 - 2.2 Anwendungssaltungen
- 3.Feldeffekttransistoren (FET)
 - 3.1 Sperrschicht-FET
 - 3.2 MOSFET

- Literatur :
- Hering, Ekbert; Endres, Julian; Gutekunst, Jürgen:Elektronik für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Verlag Springer Vieweg, 8. Aufl., 2021.
- Oehme, W. Friedrich; Huemer, Mario; Pfaff, Markus:Elektronik und Schaltungstechnik. Ein verständlicher Einstieg.Hanser Verlag, 2. Aufl., 2021.
- Göbel, Holger: Einführung in die Halbleiter-Schaltungstechnik.Verlag Springer Vieweg, 6. Aufl., 2019.
- Böhmer, Erwin; Ehrhardt, Dietmar; Oberschelp, Wolfgang:Elemente der angewandten Elektronik. Kompendium für Ausbildung und Beruf.Verlag Springer Vieweg, 17. Aufl., 2018.

M+V0119**Organische Chemie**

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 4.0

- Lerninhalt:
- Organische Strukturen
Darstellung organischer Verbindungen, funktionelle Gruppen, Oxidationszahlen, Atom- und Molekülorbitale
 - Organische Reaktionen
Thermodynamik und Kinetik, gebogene Pfeile und Reaktionsmechanismen, Nukleophilie und Elektrophilie
 - Alkane, Alkene, Alkine
Reaktionen der Kohlenwasserstoffe
 - Alkohole, Aldehyde & Ketone, Carbonsäuren Reaktionen der Carbonyl-Gruppe
 - Aromaten und delokalisierte pi-Systeme
Reaktionen von Aromaten
 - Stereochemie
 - Polymere / Kunststoffe
 - Bioorganische Chemie
chemische Synthese von Oligonukleotiden und Peptiden

- Literatur :
- Vollhardt, K.P.C. & Schore, N.E.: Organische Chemie. Wiley VCH, 2020
 - Clayden, J. et al.: Organische Chemie, Springer Spektrum, 2013
 - Mortimer, C.E. & Müller, U.: Chemie: Das Basiswissen der Chemie, Thieme, 2019
 - McMurry, J. & Begley, T.: Organische Chemie der biologischen Stoffwechselwege, Spektrum Akademischer Verlag, 2006

M+V1682**Bauphysik**

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 4.0

Lerninhalt: WÄRMESCHUTZ:

Baulicher Wärmeschutz, Wärmetransport, Wärmebrücken, Lüftung, Wärme- und Energiebilanzen, instationäres Wärmeverhalten von Bauteilen und Gebäuden

FEUCHTESCHUTZ:

Ziele und Strategien, Feuchtespeicherung, Feuchtetransport und -übergang, instationärer Feuchtetransport in Bauteilen, hygri-sche Beanspruchung

KLIMA:

Außenklima, Raumklima, klimagerechtes Bauen

SCHALL:

Einführung in die Akustik, Raumakustik, Bauakustik, Schall aus gebäudetechnischen Anlagen, Schallim-missionsschutz

LICHT:

Grundlagen, Tageslicht, Kunstlicht

Literatur :

- Wolfgang M. Willems. Lehrbuch der Bauphysik: Schall - Wärme - Feuchte - Licht - Brand - Klima. Springer Vieweg; 8., vollst. überarb. und akt. Aufl. 2017

M+V1683

Heizungstechnik

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 4.0

Lerninhalt: Wärmeversorgung: Wärmeversorgung von Gebäuden. Heizsysteme und Anlagenkomponenten. Wärmeerzeuger und Zubehör. Effizienz, Wirkungsgrad und Nutzungszahl, Anlagenaufwandszahl

Anlagenplanung und Bemessung der Wärmeversorgungsanlage: Erschließung / Installation. Bemessung des Wärmeerzeugers (inkl. Warmwasserbereitung). Heizkörper (ausgehend von EN 12831 und nach EN 442). Regelung der Warmwasserheizung.

Grundlagen der Hydraulik: Rohre, Einzelwiderstände, Regelwiderstände. Hydraulische Verschaltungsarten. Durchgangsventile im Netz. Pumpen. Hydraulischer Abgleich.

Rohrnetz-berechnung: Rohrverlegung, Rohrplan und Strangschema, Rohre und Armaturen. Regelarmaturen. Berechnung der Druckverluste (inkl. hydraulischer Abgleich). Auswahl der Umwälzpumpe.

Heizwärmebedarf und Wirtschaftlichkeit (Überblick): Betriebsverhalten und Regelung. Wärmeverluste und -gewinne (nach DIN 4108-6). Nutzungsgrade der Wärmeversorgungsanlage (nach DIN 4701-10). Wirtschaftlichkeit (nach VDI 2067).

Labor:

- 1) Teillastverhalten im geschlossenen, hydraulischen System
- 2) hydraulischer Abgleich in einer heizungstechnischen Anlage
- 3) thermisches Verhalten einer heizungstechnischen Anlage
- 4) Wirkungs- und Nutzungsrad verschiedener Wärmeerzeuger

Literatur :

Projektierung von Warmwasserheizungen von W. Burkhardt und R. Kraus (Oldenbourg, aktuelle Auflage)

M+V1686

Verfahrenstechnische Grundlagen

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 4.0

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 45 von 90

- Lerninhalt:
- Einführung, Lehrsätze der Statik
 - Kraftvektoren, Vektorrechnung
 - Gleichgewicht am Punkt
 - Resultierende von Kräftesystemen
 - Gleichgewicht eines starren Körper
 - Fachwerke und Systeme starrer Körper
 - Schnittgrößen
 - Reibung
 - Schwerpunkte
- Literatur :
- Hibbeler R. Technische Mechanik 1: Statik. München: Pearson Education. 2006
 - Gross D, Hauger W, Schnell W, et al. Technische Mechanik: Band 1: Statik. Berlin: Springer. 2004
 - Romberg O, Hinrichs N. Keine Panik vor Mechanik!. Wiesbaden: Vieweg. 2006

Verwendbarkeit des Moduls Bachelor NES - Hauptstudium

Empfohlene Vorkenntnisse NES-08 Thermodynamik

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Fokussierung "Gebäudetechnik":

Bauphysik: Klausurarbeit, 90 Min.; Gewichtung Modulnote: 50%

Heizungstechnik: Klausurarbeit, 90 Min.; Gewichtung Modulnote: 50%

Fokussierung "Erneuerbare Energien & Smart Grids":

Smart Grids: Klausurarbeit, 90 Min.; Gewichtung Modulnote: 50%

Elektronische Bauelemente, 90 Min.; Gewichtung Modulnote: 50%

Fokussierung "Erneuerbare Energietechnik":

Verfahrenstechnische Grundlagen: Klausurarbeit, 90 Min.; Gewichtung Modulnote: 50%

Organische Chemie: Klausurarbeit, 90 Min.; Gewichtung Modulnote: 50%

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden haben die Möglichkeit zur individuellen Profilbildung und können Fächer aus den Fokussierungen "Gebäudetechnik", "Erneuerbare Energien & Smart Grids" oder "Erneuerbare Energietechnik" auswählen und erwerben zusätzliches ingenieurwissenschaftliches Spezialwissen.

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 46 von 90

Prüfung Bauphysik

zugeordnet zu: Modul NES-14 Wahlmodul 1

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 3050 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Prüfung Heizungstechnik

zugeordnet zu: Modul NES-14 Wahlmodul 1

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 3060 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Prüfung Verfahrenstechnische Grundlagen

zugeordnet zu: Modul NES-14 Wahlmodul 1

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 3090 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Prüfung Organische Chemie

zugeordnet zu: Modul NES-14 Wahlmodul 1

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 3100 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-15 Wahlmodul 2 | | | |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Prof. Hartmann | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 4.0 | Workload (h): | 120 |
| empf. Semester: | 4. Semester | Kontaktzeit (h): | 60 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 60 |
| Lehrform: | Vorlesung | SWS: | 4.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (WS) | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|----------------------------|
| Zugeordnete Prüfungen | 4090 | Raumluft- und Klimatechnik |
| | 4100 | Regenerative Erzeugung |
| | 4110 | GuD und BHKW |

Lehrveranstaltungen

EMI1004

Regenerative Erzeugung

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 4.0

Lerninhalt: **Photovoltaik-Anlagen**

-in privaten Energiesystemen

- Grundlagen
- Planung (inklusive Ertragsgutachten, Wirtschaftlichkeit und Finanzierung)
- Installationo Betrieb (Kontrolle, Wartung, Versicherung, Steuern)
- Umwelt- und Nachhaltigkeit
- Balkon-PV

-in kommerziellen Energiesystemen

-als Freiflächenanlagen

Windkraftanlagen

an Lando Grundlagen

- Planung (inklusive Ertragsschätzung, Wirtschaftlichkeit und Finanzierung)
- Installationo Betrieb
- Umwelt- und Nachhaltigkeito Kleinwindkraftanlagen

-off-shore

- Literatur :
- Andreas Wagner: Photovoltaik Engineering: Handbuch für Planung, Entwicklung und Anwendung (2019)
 - Robert Gasch und Jochen Twele: Windkraftanlagen: Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, 9. Auflage (2016)

M+V1684**Raumluft- und Klimatechnik**

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 4.0

Lerninhalt: **Grundlagen**

- Zusammenhang zwischen Bauphysik und Anlagentechnik
- Thermische Behaglichkeit und Luftqualität

Systemkomponenten der Raumluft- und Klimatechnik**Lüftungsanlagen und Luftförderung**

- Strömungstechnische Grundlagen
- Strömungswiderstände in Kanälen
- Kanalnetzberechnung
- Ventilatoren/Ventilator- und Netzkennlinie

Raumluftströmung

- Merkmale von Lüftungskonzepten: Mischlüftung/Verdrängungslüftung/Quelllüftung
- Luftführung im Raum und Dimensionierung von Luftauslässen

Energiebilanz und Raumtemperatur

- Freie Lüftung
- Sommerlicher Wärmeschutz
- Passive Kühlung - Raumtemperatur im Sommer

Kühllastberechnung

- h,x-Diagramm für feuchte Luft
- Zustandsgrößen feuchter Luft
- Zustandsänderungen im h,x-Diagramm

Dimensionierung von RLT-Anlagen und Gebäudekühlung

- Projektierung
- Definitionen in raumluftechnischen Anlagen
- Gebäudeklimatisierung
- Auslegungsbeispiele

LABOR

- 1) Luftförderung
- 2) Klimaanlage
- 3) Raumluftströmung
- 4) Raumklima

- Literatur :
- Aufgaben- und Materialsammlung als Unterlage für die Vorlesung
 - B. Hörner und M. Schmidt (Hrsg.). Handbuch der Klimatechnik (VDE Verlag, 2011). Band 1 „Grundlagen“, Band 2 „Anwendungen“ und Band 3 „Bauelemente“

Große Auswahl an weiterführender Literatur in der Hochschulbibliothek, kleine Auswahl:

- E.R. Schramek. Recknagel / Sprenger - Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik (Oldenburg, 2007), regelmäßige Neuauflage
- ASHRAE Handbook. Fundamentals (ASHRAE, 2009)
- ASHRAE Handbook. HVAC Systems and Equipment (ASHRAE, 2008)
- G. Hausladen, M. de Saldanha, P. Liedl, C. Sager. ClimaDesign (Callwey, 2004)
- K. Voss, G. Löhnert, S. Herkel, A. Wagner, M. Wambsganß. Bürogebäude mit Zukunft: Konzepte - Analysen - Erfahrungen (Solarpraxis, 2007)
- B. Lenz; J. Schreiber; T. Stark. Nachhaltige Gebäudetechnik: Grundlagen, Systeme, Konzepte (Institut f. intern. Architektur München, 2010)
- W. Pistohl. Handbuch der Gebäudetechnik: Planungsgrundlagen und Beispiele (Werner 2009)
- J. Krimmling (Hrsg.). Atlas Gebäudetechnik: Grundlagen, Konstruktionen, Details (Rudolf Müller, 2008)
- K. Voss, E. Musall. Nullenergiegebäude (Detail Green Books, 2011)
- R. David, J. de Boer, H. Erhorn, J. Reiß, L. Rouvel u. a. Heizen, Kühlen, Belüften und Beleuchten (Fraunhofer IRB Verlag, 2009)

M+V1687

GuD und BHKW

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 4.0

Lerninhalt: Der Gasturbinenkraftwerksprozess und der Dampfkraftprozess in GuD und Geothermie sowie Solarthermiekraftwerken inklusive der Kraftwärmekopplung

Literatur : Zahoransky, R., 2019, Energietechnik, 8. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag. ISBN: 978-3-658-21846-1

Verwendbarkeit des Moduls

Bachelor NES - Hauptstudium

Empfohlene Vorkenntnisse

Die jeweiligen Fächer der im 3. Semester gewählten Fokussierung.

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Fokussierung "Gebäudetechnik":

Raumluft- und Klimatechnik: Klausurarbeit, 90 Min.

Fokussierung "Erneuerbare Energien & Smart Grids":

Regenerative Erzeugung: Klausurarbeit, 90 Min.

Fokussierung "Erneuerbare Energietechnik":

GuD und BHKW: Klausurarbeit, 90 Min.

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 50 von 90

Lernziele und
KompetenzenDie Studierenden vertiefen ihr Wissen in der gewählten Fokussierung
"Gebäudetechnik", "Erneuerbare Energien & Smart Grids" oder
"Erneuerbare Energietechnik".**Prüfung Raumluf- und Klimatechnik**

zugeordnet zu: Modul NES-15 Wahlmodul 2

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 4090 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Prüfung Regenerative Erzeugung

zugeordnet zu: Modul NES-15 Wahlmodul 2

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 4100 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Prüfung GuD und BHKW

zugeordnet zu: Modul NES-15 Wahlmodul 2

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 4110 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-16 Künstliche Intelligenz | | | |
|--|----------------------------|-----------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Prof. Dr. Oelke | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 6.0 | Workload (h): | 180 |
| empf. Semester: | 4. Semester | Kontaktzeit (h): | 90 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 90 |
| Lehrform: | Vorlesung/Übung/Labor | SWS: | 6.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (WS) | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|------------------------|
| Zugeordnete Prüfungen | 4020 | Statistik mit Übungen |
| | 4030 | Künstliche Intelligenz |

Lehrveranstaltungen

EMI6104 Künstliche Intelligenz

Veranstaltungsart: Vorlesung/Labor

SWS: 4.0

- Lerninhalt:
- Einführung
 - Explorative Datenanalyse
 - Überwachte Lernverfahren
 - Deep Learning
 - Unüberwachte Lernverfahren

Literatur : John D. Kelleher, Brian MacNamee and Aoife D'Arcy. Fundamentals of machine learning for predictive data analytics : algorithms, worked examples, and case studies. 2020 - Second edition. - The MIT Press

Jiawei Han, Micheline Kamber and Jian Pei. Data mining : concepts and techniques. 2012 - Third edition. - Elsevier

Kristian Kersting, Christoph Lampert, Constantin Rothkopf (Hrsg.). Wie Maschinen lernen : künstliche Intelligenz verständlich erklärt. 2019 - Springer

M+V0118 Statistik mit Übungen

Veranstaltungsart: Vorlesung/Übung

SWS: 2.0

- Lerninhalt:
- Begriffe: Zufallsgrößen, Zufallsexperimente, Ereignisse, Ergebnisse
 - Dichtefunktionen und Verteilungsfunktionen (Normalverteilung, Lognormalverteilung, Weibullverteilung...)
 - Quantile, Erwartungswert, Varianz
 - Kovarianz, Korrelation
 - Schätz- und Testverfahren (t-Test, Kolmogorov-Smirnov, ...)

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

- Literatur :
- Zeitreihenanalyse (Regressionsanalyse, AVF, AKF, Moving-Average-Prozesse...)
 - Risikoanalyse und Simulation (Volatilität, Brownsche Bewegung, Monte Carlo Simulation...)
 - Anwendung auf studiengangspezifische Beispiele
 - Aeneas Rooch: Statistik für Ingenieure, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2014
 - H. Schiefer, F. Schiefer: Statistik für Ingenieure. Eine Einführung mit Beispielen aus der Praxis, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2018
 - Mathias Bärtl: Statistik Schritt für Schritt, Independently published, 2017, ISBN 978-1520186832

Verwendbarkeit des Moduls Bachelor-Studiengang NES

Empfohlene Vorkenntnisse Keine

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Statistik mit Übungen: Hausarbeit; muss mit Erfolg attestiert sein
 Künstliche Intelligenz: Klausurarbeit, 60 Min., und Laborarbeit muss mit Erfolg attestiert sein
 Klausurnote entspricht Modulnote.

Lernziele und Kompetenzen Die Studierenden kennen Begriffe des Machine Learnings, grundlegende Methoden, Herausforderungen und Vorgehensweisen im Machine Learning. Die Studierenden sind nach Absolvierung des Moduls in der Lage, eigenständig eine Datenanalyse von der Vorverarbeitung der Daten bis hin zur Bewertung der Ergebnisse mit Machine-Learning-Verfahren durchzuführen. Die Studierenden können ihre Lösungen erklären und das Ergebnis bewerten. Die Studierenden können mögliche Probleme bei allen Schritten der Datenanalyse beurteilen und geeignete Lösungen auswählen. Die Grundlagen und die praktische Anwendung der Tools sind bekannt. Die Studierenden sind in der Lage, passende Verfahren für gegebene Machine-Learning-Problemstellungen auszuwählen, anzuwenden und ggf. anzupassen. Die wesentlichen Vor- und Nachteile der Verfahren und Vorgehensweisen werden problemspezifisch bewertet.

Prüfung Statistik mit Übungen

zugeordnet zu: Modul NES-16 Künstliche Intelligenz

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|------------|
| Prüfungsnummer: | 4020 | Prüfungsform: | Hausarbeit |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | unbenotet |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Prüfung Künstliche Intelligenz

zugeordnet zu: Modul NES-16 Künstliche Intelligenz

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 4030 | Prüfungsform: | 60 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-17 BWL für Ingenieur*innen | | | |
|---|----------------------------|------------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Professor Dr.-Ing. Niklas Hartmann | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 6.0 | Workload (h): | 180 |
| empf. Semester: | 4. und 5. Semester | Kontaktzeit (h): | 90 |
| Moduldauer (Semester): | 2 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 90 |
| Lehrform: | Vorlesung | SWS: | 6.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | - | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|------------------------|
| Zugeordnete Prüfungen | 4040 | Industriebetriebslehre |
| | 5020 | Projektmanagement |

Lehrveranstaltungen

M+V1031 Industriebetriebslehre
 Veranstaltungsart: Vorlesung
 SWS: 4.0
 Lerninhalt: Die Studierenden lernen

- die weiterführenden Begriffe Betriebswirtschaftslehre zu erörtern.
- das Verständnis für Prozessketten in produktionswirtschaftlichen Systemen zu Lehren und in Gruppenarbeiten zu vertiefen.
- Funktionsinhalte, Ziele, Aufgaben sowie Zielkonflikte der Materialwirtschaft zu verstehen.
- Standardisierungsmethoden von der Materialbeschaffung über die Pareto-Portfolio-Analyse zu erarbeiten.
- Materialdisposition und die Wechselwirkung von Beständen kennen.
- die Produkt-Quantum-Analyse. Diese wird neben dem theoretischen Ansatz anhand von praktischen Beispielen vermittelt.
- Themen der Arbeitsvorbereitung im Gesamtzusammenhang eines betrieblichen Ablaufs zu verstehen.

Einführung und Grundlagen

- das ökonomische Prinzip
- der Wirtschaftsstandort Deutschland, Wettbewerbsstaaten, Wettbewerbskriterien
- Betrieb und Unternehmen
- die Organisation von Unternehmen
- Aufbau und Ablauforganisation
- Organisationsformen in Unternehmen

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Literatur :

M+V1618

Projektmanagement

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 2.0

- Lerninhalt:
- Erkenntnisse der Neuro-Wissenschaften zum Verständnis menschlichen Verhaltens
 - Systemtheorie: Projekte als komplexe dynamische Systeme
 - Grundlagen von Kommunikation, Veränderung und Lernen
 - Praktische Übungen zu Kritikäußerung, Repräsentationssystemen und Kreativität

Literatur : Stephanie Borgert, "Holistisches Projektmanagement", Springer-Verlag, 2012

Verwendbarkeit des Moduls

Bachelor NES - Hauptstudium

Empfohlene Vorkenntnisse

keine

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Industriebetriebslehre: Klausurarbeit, 90 Min.; Gewichtung Modulnote: 50%

Projektmanagement: Klausurarbeit, 60 Min.; Gewichtung Modulnote: 50%

Lernziele und Kompetenzen

Ingenieure benötigen für einen erfolgreichen beruflichen Werdegang zunehmend mehr als ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse, Fähigkeiten und Talente. Neben den studiengangspezifischen Inhalten bietet dieses Modul nichttechnische Qualifikationen, die für eine erfolgreiche, verantwortungsvolle und nachhaltige berufliche Arbeit im wirtschaftlichen und sozio-kulturellen Umfeld notwendig sind.

Prüfung Industriebetriebslehre

zugeordnet zu: Modul NES-17 BWL für Ingenieur*innen

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 4040 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Prüfung Projektmanagement

zugeordnet zu: Modul NES-17 BWL für Ingenieur*innen

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 5020 | Prüfungsform: | Klausur 60 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-18 Praxis | | | |
|----------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Professor Dr.-Ing. Niklas Hartmann | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 28.0 | Workload (h): | 840 |
| empf. Semester: | 5 | Kontaktzeit (h): | 90 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 750 |
| Lehrform: | Praktikum/Seminar | SWS: | 6.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | - | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|-----------------------------|
| Zugeordnete Prüfungen | 5000 | Praktisches Studiensemester |
| | 5010 | Industrieprojekt |

Lehrveranstaltungen

M+V1035 Praktisches Studiensemester
Veranstaltungsart: Praktikum

Lerninhalt: Ingenieurmäßige, weitgehend selbstständige Mitarbeit in einem, höchstens in zwei der Arbeitsgebiete:

- Entwicklung, Konstruktion, Normung
- Prüffeld, experimentelle Erprobung von Produkten
- Produktion, Fertigungsplanung, Qualitätskontrolle
- Projektierung, technische Kundenbetreuung

Ausarbeitung eines ausführlichen Berichts über eines der durchgeführten Industrieprojekte mit mündlicher Präsentation.
Literatur : Technische Berichte, Hering, Lutz, Hering, Heike (Vieweg, 2000)

M+V1036 Industrieprojekt

Veranstaltungsart: Seminar

SWS: 6.0

Lerninhalt: Ein Industrieprojekt ist selbstständig zu bearbeiten. Das Thema soll sich vorzugsweise mit den Projekten der Praxisphase befassen. Das wissenschaftliche Arbeiten soll in diesem Industrieprojekt eingeübt und in der anschließenden Präsentation vorgestellt werden.

| | |
|---------------------------|-----------------------------|
| Verwendbarkeit des Moduls | Bachelor NES - Hauptstudium |
|---------------------------|-----------------------------|

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Voraussetzungen
für die Vergabe von
Leistungspunkten

Praktisches Studiensemester: Hausarbeit

Industrieprojekt: Studienarbeit und Referat; Gewichtung Modulnote
100%

Lernziele und
Kompetenzen

Die Studierenden lernen

- industrielle Arbeitsmethoden und Arbeitsabläufe kennen
- selbstständiges Mitarbeiten im Team, Strukturen im Betrieb zu erkennen und für die eigene Arbeit zu nutzen
- das Beschaffen von Informationen, eigenverantwortlich Projekte abzuwickeln und darüber zu berichten
- eigene Neigungen und Abneigungen zu erkennen und bei der Auswahl der Studienschwerpunkte sowie bei der späteren Wahl des Arbeitsplatzes zu berücksichtigen.

Prüfung Praktisches Studiensemester

zugeordnet zu: Modul NES-18 Praxis

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|------------|
| Prüfungsnummer: | 5000 | Prüfungsform: | Hausarbeit |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | unbenotet |

Prüfung Industrieprojekt

zugeordnet zu: Modul NES-18 Praxis

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|-------------------------|
| Prüfungsnummer: | 5010 | Prüfungsform: | Studienarbeit & Referat |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-19 Data Engineering | | | |
|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Prof. Dr. Keuper | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 6.0 | Workload (h): | 180 |
| empf. Semester: | 6. Semester | Kontaktzeit (h): | 60 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 120 |
| Lehrform: | Vorlesung/Labor | SWS: | 4.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (SS) | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|----------------------------|
| Zugeordnete Prüfungen | 6010 | Data Engineering |
| | 6015 | Praktikum Data Engineering |

Lehrveranstaltungen

EMI927

Data Engineering

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 2.0

Lerninhalt: Die LV umfasst folgende Lerninhalte:

- ETL-Prozesse
 - Datenqualität
 - Messaging-Architekturen und Systeme
 - Stream Processing
 - NoSQL-Datenbanken
 - Hadoop DFS und MapReduce
 - Verteile Analyse großer Datenmengen mit verteilten Systemen wie Apache Spark, Flink
 - Cloud-Dienste zur Verarbeitung und Speicherung von großen Datenmengen
- Literatur :
- Kleppmann, Martin (2018): Designing data-intensive applications. The big ideas behind reliable, scalable, and maintainable systems. Fifth release. Beijing, Boston, Farnham, Sebastopol, Tokyo: O'Reilly.
 - White, Tom (2015): Hadoop. The definitive guide. 4. edition: O'Reilly & Associates.
 - Chambers, Bill; Zaharia, Matei (2018): Spark. The definitive guide: big data processing made simple. First edition. Sebastopol, CA: O'Reilly Media.
 - Apel, Detlef (2015): Datenqualität erfolgreich steuern. Praxislösungen für Business Intelligence Projekte. 3., überarbeitete und erweiterte Auflage. Heidelberg [Germany]: dpunkt.verlag (Edition TDWI).

EMI928

Praktikum Data Engineering

Veranstaltungsart: Praktikum

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| | |
|-------------|--|
| SWS: | 2.0 |
| Lerninhalt: | Vertiefung der Lerninhalte aus der Vorlesung durch individuelle praktische Übungen in den Bereichen <ul style="list-style-type: none"> • ETL-Prozesse • NoSQL-Datenbanken • HDFS und MapReduce • Spark |
| Literatur : | Géron, Aurélien (2019): Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. Concepts, tools, and techniques to build intelligent systems. Second edition. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc. |

Verwendbarkeit des Moduls NES, AKI

Empfohlene Vorkenntnisse Grundkenntnisse in Python

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Modulprüfung für "Data Engineering" (K60) "Praktikum Data Engineering" muss "m.E." attestiert sein.

Lernziele und Kompetenzen Ein umfangreicher Anteil eines datengetriebenen Analysesystems wird durch die Bereitstellung einer Dateninfrastruktur bestimmt. Dieses Modul vermittelt grundlegende Inhalte zu Datenverwaltungsaufgaben wie denen der Datenerfassung, Datenaufbereitung, Datentransformation und Datenvalidierung. Die Studierenden kennen Architekturen, Methoden und Frameworks zum Aufbau von Datenpipelines und der verteilten, parallelen Verarbeitung und Speicherung von Daten mit Big Data Technologien. Sie können die wesentlichen Architektursätze und Methoden charakterisieren und bewerten. Sie können die Methoden und Architekturen für gegebene Problemstellungen systematisch aufgrund von Randbedingungen (z.B. Datencharakteristik, Systemarchitektur) auswählen und implementieren.

| Prüfung Data Engineering | | | |
|--|----------------|----------------------|----------------|
| zugeordnet zu: Modul NES-19 Data Engineering | | | |
| Prüfungsnummer: | 6010 | Prüfungsform: | Klausur 60 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Prüfung Praktikum Data Engineering

zugeordnet zu: Modul NES-19 Data Engineering

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|-------------|
| Prüfungsnummer: | 6015 | Prüfungsform: | Laborarbeit |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | unbenotet |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-20 Wahlmodul 3 | | | |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Prof. Hartmann | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 4.0 | Workload (h): | 120 |
| empf. Semester: | 6. Semester | Kontaktzeit (h): | 60 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 60 |
| Lehrform: | Vorlesung | SWS: | 4.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (SS) | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|------------------------------|
| Zugeordnete Prüfungen | 6050 | Wärmepumpen und Kältetechnik |
| | 6060 | Netzschutztechnik |
| | 6070 | PV-Verfahrenstechnik |

Lehrveranstaltungen

| | |
|----------------|---|
| EMI1725 | Netzschutztechnik |
| | Veranstaltungsart: Vorlesung |
| | SWS: 4.0 |
| | Lerninhalt: - Netzschutzzeirrichtungen |
| | - Normen und Richtlinien bei elektrischen Energieversorgungseinrichtungen |
| | - Schutz von Personen und Tieren bei elektrischen Einrichtungen |
| Literatur : | <ul style="list-style-type: none"> • Adolf J.: Elektroenergiesysteme. Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie. 3. Auflage. Springer, Berlin 2012, ISBN 978-3-642-21957-3. • Schossig, Walter; Schossig, Thomas: Netzschutztechnik. 5. Auflage. EW Medien und Kongress GmbH, Frankfurt am Main und VDE-Verlag, Berlin 2016, ISBN 978-3-8022-1137-9 und ISBN 978-3-8007-3927-1. • Schossig, Walter: Geschichte der Schutztechnik. VDE, ETG-Mitgliederinformation Juli 2014, S. 31-36, online. Abgerufen am 28. Dezember 2015. • Doemeland, Wolfgang; Handbuch Schutztechnik. Grundlagen. Schutzsysteme. Inbetriebsetzung. 6. Auflage Verlag Technik, 1997, ISBN 9783341011874 • Brechtken, Dirk; Schutz und Selektivität in Niederspannungsanlagen, 2., neu bearbeitete Auflage 2022, ISBN 978-3-8007-5844-9, E-Book: ISBN 978-3-8007-5845-6 |

| | |
|----------------|-------------------------------------|
| M+V1685 | Wärmepumpen und Kältetechnik |
| | Veranstaltungsart: Vorlesung |

SWS: 4.0

Lerninhalt: Vorlesung:

- Kälteerzeugung: Verfahren der Kälteerzeugung / Überblick. Kältemittel. Kältemaschinenöle. Kompressionskältemaschinen und -wärmepumpen. Thermisch angetriebene Kältemaschinen und Wärmepumpen. Gaskältemaschinen: Stirling-Prozess und Luftverflüssigung. Kryotechnik.
- Kälteverteilsysteme: Direktverdampfung. Kaltwassersatz. Speichersysteme.
- Komponenten und Bauteile: Verdichter, Wärmetauscher, Verdampfer/ Luftkühler, Verflüssiger/Rückkühlanlagen, Kältemittelregelung und -verteilung, Apparate und Behälter im Kältemittelkreislauf, Pumpen/ Ventilatoren/Rohrleitungen/Armaturen, Anlagentechnik.
- Anwendungen / Anlagenplanung: Klimatechnische Anwendungen (Kälte- und Wärmebereitstellung). Industrielle und gewerbliche Hoch, Tief- und Tiefsttemperaturanwendungen. Mehrstufige Systeme und Kaskadierung. Kälte/Wärme-Verbundsysteme. Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit.

Labor:

- 1) Leistungszahl einer Kompressionskältemaschine
- 2) Leistungsregelung einer Kompressionskältemaschine
- 3) Philips-Gaskältemaschine
- 4) Kältemischungen

Literatur :

- Pohlmann – Taschenbuch der Kältetechnik, IKET (VDE Verlag, aktuelle Auflage)
- Technische Thermodynamik, E. Hahne (Oldenbourg, 2010)
- Kälte- und Klimasystemtechnik : Lehrbuch zur Industriekälte, G. Weber (VDE Verlag, 2014)
- Kältetechnik für Ingenieure, T. Maurer (VDE Verlag, 2016)
- Strömungs- und Kolbenmaschinen im Kälte-/Klima-Anlagenbau, G. Weber (VDE Verlag, 2013)
- Der Kälteanlagenbauer, Bd. 1+2, K. Breidenbach (C.F. Müller, 2014)
- Lehrbuch der Kältetechnik, Bd. 1+2, H. Cube (C.F. Müller, 1997)

M+V1688**PV-Verfahrenstechnik**

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 4.0

Lerninhalt:

- PV-Marktentwicklung
- Grundlagen Halbleiterphysik
- Parameter der Hellkennlinie
- Elemente von kommerziellen Solarzellen
- Solarzellencharakterisierung
- Verfahrenstechnik zur Herstellung von Solarzellen
- Modulverschaltung
- Systemtechnik

Literatur :

Verpflichtende Literatur:

- H. Wirth, „Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland“, www.pv-fakten.de

Empfehlung:

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

- Kapitel 1, 3, 4, 5, 6, 8 aus K. Mertens, „Photovoltaik“, Hanser-Verlag

Vertiefende Literatur:

- P. Würfel, „Physik der Solarzellen“, Spektrum-Verlag (Empfehlung)
- A. Goetzberger, „Sonnenenergie: Photovoltaik“, Teubner-Verlag
- M. A. Green, „Solar Cells“ (rot + grün), UNSW Sydney
- K. R. McIntosh, „Humps, bumps and lumps“, Dissertation, UNSW 2001 (Empfehlung)

Verwendbarkeit des Moduls Bachelor NES - Hauptstudium

Empfohlene Vorkenntnisse NES-08 Thermodynamik

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Fokussierung "Gebäudetechnik":
Wärmepumpen und Kältechnik: Klausurarbeit, 90 Min.

Fokussierung "Erneuerbare Energien & Smart Grids":
Netzschutztechnik: Klausurarbeit, 90 Min.

Fokussierung "Erneuerbare Energietechnik":
PV-Verfahrenstechnik: Klausurarbeit, 90 Min.

Lernziele und Kompetenzen Die Studierenden erwerben zusätzliches ingenieurwissenschaftliches Spezialwissen in der gewählten Fokussierung "Gebäudetechnik", "Erneuerbare Energien & Smart Grids" oder "Erneuerbare Energietechnik".

| Prüfung Wärmepumpen und Kältetechnik | | | |
|---|----------------|----------------------|----------------|
| zugeordnet zu: Modul NES-20 Wahlmodul 3 | | | |
| Prüfungsnummer: | 6050 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 65 von 90

Prüfung Netzschutztechnik

zugeordnet zu: Modul NES-20 Wahlmodul 3

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 6060 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Prüfung PV-Verfahrenstechnik

zugeordnet zu: Modul NES-20 Wahlmodul 3

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 6070 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 66 von 90

| Modul NES-21 Regelungstechnik | | | |
|--------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Professor Dr.-Ing. Jens Pfafferott | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 7.0 | Workload (h): | 210 |
| empf. Semester: | 6 | Kontaktzeit (h): | 75 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 135 |
| Lehrform: | Vorlesung/Labor | SWS: | 5.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (SS) | Gruppengröße: | 0 |

Zugeordnete Prüfungen 6020 Regelungstechnik mit Labor

Lehrveranstaltungen

M+V1038

Regelungstechnik mit Labor

Veranstaltungsart: Vorlesung/Labor

SWS: 5.0

Lerninhalt: **Grundlagen**

- Einführung: System/Signal/Übertragungsfunktion
- Definition und Aufgabenstellungen der Mess- und Regelungstechnik
- Darstellung von MSR-Aufgaben Symbolik, Normen, Symbole, Blockdiagramme

Wiederholung komplexe Zahlen und Funktionen

- Normalform und Gauß'sche Zahlenebene, trigonometrische Form, Exponentialform
- Rechnen mit komplexen Zahlen und Funktionen: Ortskurve und Bodediagramm

Systemtheoretische Grundlagen

- Physikalischer Prozess, technischer Prozess, technisches/ dynamische System
- Eingangs- und Ausgangsgrößen, Systemgrößen, Systemparameter, Systemanalyse
- Übertragungsverhalten (im Zeitbereich), Übertragungsfunktion, insb. Impulsantwort, Sprungantwort und Antwort auf periodische Anregung

Lineare, kontinuierliche Systeme im Zeit- und Bildbereich

- Modellbildung eines Übertragungssystems (Aufstellen der Differentialgleichung), Test- und Antwortfunktion

- Linearisierung, Übertragungsfunktion, Frequenzgang, elementare Übertragungsglieder, Frequenzdarstellung zusammengesetzter Systeme
- Umformen von Blockstrukturen
- Anwendung der Regeln auf verschiedene Problemstellungen

Der Regelkreis

- Zeitverhalten typischer Regler, Standard-Regelkreis, Regelkreisgleichung, Führungs- und Störverhalten, statisches und dynamisches Verhalten
- Synthese von Regelkreisen

Stabilität und Reglerentwurf im Zeitbereich

- Kenngrößen eines Regelkreises und Stabilitätskriterien
- Bestimmung von Reglerparametern/Einstellregeln
- Aufgaben- und Materialsammlung als Unterlage für die Vorlesung
- Jürgen Bechtloff: Regelungstechnik, Vogel Verlag, Würzburg, 2012, 1. Auflage
- Hildebrand Walter: Grundkurs Regelungstechnik, Vieweg + Teubner, Wiesbaden, 2009, 2. Auflage

Literatur :

Große Auswahl an weiterführender Literatur in der Hochschulbibliothek

Verwendbarkeit des Moduls

Bachelor NES - Hauptstudium

Empfohlene Vorkenntnisse

Grundlagen der Mathematik, Elektrotechnik, Physik, Technische Mechanik

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Klausurarbeit, 90 Min., und Laborarbeit (muss m. E. attestiert sein)

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden können ein zusammenhängendes Gesamtsystem des Maschinenbaus in einzelne (Sub-)Systeme aufteilen, zwischen denen ein Signalaustausch stattfindet. Sie begreifen ein Signal als physikalische Größe, die eine Information trägt, und sind in der Lage, einfache lineare Systeme mathematisch zu beschreiben und einfach Gesamtsysteme analytisch zu berechnen. Sie haben ausreichend Abstraktionsvermögen, um das Verhalten nichtlinearer Systeme abschätzen zu können und mit entsprechenden Computerprogrammen auch nichtlineare Systeme simulieren zu können. Sie kennen einfache Regler und können diese parametrieren. Ferner erkennen sie Systeme, die bezüglich ihrer Stabilität kritisch sind, und können aufzeigen, durch welche Maßnahmen die Stabilität verbessert werden kann.

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Die Studierenden sind in der Lage, sich selbstständig in gängige Messverfahren einzuarbeiten und deren Eignung für einen konkreten Anwendungsfall abzuschätzen.

| | | | |
|--|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfung Regelungstechnik mit Labor | | | |
| zugeordnet zu: Modul NES-21 Regelungstechnik | | | |
| Prüfungsnummer: | 6020 | Prüfungsform: | 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-22 Nachhaltige Energiesysteme III | | | |
|--|----------------------------|------------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Professor Dr.-Ing. Niklas Hartmann | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 5.0 | Workload (h): | 150 |
| empf. Semester: | 6 | Kontaktzeit (h): | 60 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 90 |
| Lehrform: | Seminar | SWS: | 4.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (SS) | Gruppengröße: | 0 |

Zugeordnete Prüfungen 6030 Energiesysteme der Zukunft

Lehrveranstaltungen

M+V1065 Energiesysteme der Zukunft

Veranstaltungsart: Seminar

SWS: 4.0

Lerninhalt: Eigenständiges Erarbeiten eines Themas in den jeweiligen Sektoren des Energiesystems, angeleitet durch den Lehrveranstaltungsverantwortlichen. Es werden sowohl sektorenbetreffende Themen als auch Themen, die die einzelnen Sektoren verknüpfen, vergeben. Es wird das wissenschaftliche Erarbeiten des Themas mit Bezug zu einem zukünftigen erneuerbaren Energiesystem fokussiert. Im Rahmen einer kurzen wissenschaftlichen Ausarbeitung sowie eines Vortrages werden die Ergebnisse dokumentiert.

Literatur :

- Sterchele Philip, Brandes Julian, Heilig Judith, Wrede Daniel, et al. Paths to a Climate-Neutral Energy System: The German Energy Transition in its Social Context. Freiburg: Fraunhofer ISE; 2020.
- Sensfuß F, Pfluger B. Optimized pathways towards ambitious climate protection in the European electricity system. Karlsruhe, Germany: Fraunhofer ISI; 2014.
- Hecking H, Hintermayer M, Lencz D, Wagner J. The energy market in 2030 and 2050 – The contribution of gas and heat infrastructure to efficient carbon emission reductions. K #oln: EWI Energy Research & Scenarios gGmbH; 2018
- Osorio S, Pietzcker R, Tietjen O. Documentation of LIMES-EU - A long-term electricity system model for Europe. Berlin: Potsdam Institute for Climate Impact Research; 2021.
- "dena-Leitstudie Integrierte Energiewende: Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050," German Energy Agency, Berlin; 2018.
- Agora Energiewende. Renewables versus fossil fuels – comparing the costs of electricity systems. Berlin: Agora Energiewende; 2017.

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

- International Energy Agency (IEA). World Energy Outlook 2020. IEA; 2020.
- Forschungszentrum Jülich, "Wege für die Energiewende Kosteneffiziente und klimagerechte Transformationsstrategien für das deutsche Energiesystem bis zum Jahr 2050," Forschungszentrum Jülich, Jülich; 2020.

Verwendbarkeit des Moduls

Bachelor NES - Hauptstudium

Empfohlene Vorkenntnisse

Module Nachhaltige Energiesysteme I und II

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Hausarbeit

Lernziele und Kompetenzen

Die Studierenden können die wesentlichen Elemente eines zukünftige Energiesystems verstehen und diese im Kontext eines gesamten Energiesystems einordnen. Die unterschiedlichen Nachfragesektoren und deren Transformation hinsichtlich erneuerbarer Energien ist verstanden. Die Verknüpfung zwischen den Sektoren sind verstanden und Evaluationsmethoden können angewendet und interpretiert werden.

Prüfung Energiesysteme der Zukunft

zugeordnet zu: Modul NES-22 Nachhaltige Energiesysteme III

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 6030 | Prüfungsform: | Hausarbeit |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-23 Simulation, Optimierung und Automation | | | |
|--|----------------------------|--|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Professor Dr. rer. nat. Wolfgang Bessler | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 8.0 | Workload (h): | 240 |
| empf. Semester: | 6. und 7. Semester | Kontaktzeit (h): | 120 |
| Moduldauer (Semester): | 2 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 120 |
| Lehrform: | Vorlesung/Labor | SWS: | 8.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | - | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|-------------------------------|
| Zugeordnete Prüfungen | 6040 | Simulation / Optimierung |
| | 7010 | Prozess- und Systemautomation |

Lehrveranstaltungen

M+V1041 Prozess- und Systemautomation

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 4.0

- Lerninhalt:
- Einführung in das dynamische Verhalten von Energiesystemen
 - Modellierung ausgewählter Anlagenkomponenten
 - Numerische Anlagensimulation
 - Numerische Bewertung von Betriebsführung und Regelungsstrategie
 - Energiewirtschaftliche Optimierung im Betrieb (mit digitalen Zwillingen)
 - Einführung in das Energie- und Anlagenmonitoring

Literatur : Programmierung in Python: Ein kompakter Einstieg für die Praxis, Ralph Steyer (Springer, aktuelle Auflage)

M+V1068 Simulation

Veranstaltungsart: Vorlesung/Labor

SWS: 2.0

Lerninhalt: In der Lehrveranstaltung werden die grundlegenden Ansätze der Simulation in der Ingenieurtechnik erarbeitet. Anwendungsbeispiele kommen aus der nachhaltigen Energiesystemtechnik. Grundlegende Simulationen werden im integrierten Labor von den Studierenden aufgebaut. Die Simulationen werden mit Hilfe der Software XXX bearbeitet.

- Vorlesung: Einführung, Erste Schritte der Modellierung und Simulation, Modellierungsformalismen, Eigenschaften von dynamischen Systemen, Zeitdiskretisierung, Systemsimulation
- Computerlabor: Einfaches und detailliertes Batteriemodell, Elektrofahrzeug
- Skript zur Vorlesung

Literatur :

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

- M. Gipsler, Systemdynamik und Simulation, Teubner (1999)

M+V1069

Optimierung

Veranstaltungsart: Vorlesung/Labor

SWS: 2.0

Lerninhalt:

- Einführung in die Optimierung
- Modellbildung und Einführung zu Optimierungsmodellen
- Lineare Optimierung
- Ganzzahlige und Kombinatorische Optimierung
- Weitere...

Literatur :

- Poler, R., J. Mula, M. Díaz-Madroñero: Operations Research Problems: Statements and Solutions, Springer, Berlin / Heidelberg, 2014.
- Kasana, H.S.; Kumar, K.D.: Introductory Operations Research – Theory and Applications, Springer, Berlin / Heidelberg, 2004.
- J. K. Sharma: Business Statistics, Second Edition, Pearson India, 2006.
- Suhl, L.; Mellouli, T.: Optimierungssysteme – Modelle, Verfahren, Software, Anwendungen, 2nd edition, Springer, Berlin, 2009.
- Williams, H. P.: Model Building in Mathematical Programming, 5th Edition, John Wiley & Sons, 2013.

Verwendbarkeit des Moduls

Bachelor NES - Hauptstudium

Empfohlene Vorkenntnisse

alle Veranstaltungen des ersten Studienabschnitts

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Simulation und Optimierung: Klausurarbeit, 90 Min.; Gewichtung Modulnote: 50%

Prozess- und Systemautomation: Klausurarbeit, 90 Min.; Gewichtung Modulnote: 50 %

Prüfung Simulation / Optimierung

zugeordnet zu: Modul NES-23 Simulation, Optimierung und Automation

| | | | |
|-----------------|------|---------------|------------|
| Prüfungsnummer: | 6040 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
|-----------------|------|---------------|------------|

| | | | |
|--------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |
|--------------|----------------|----------------------|----------------|

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Prüfung Prozess- und Systemautomation

zugeordnet zu: Modul NES-23 Simulation, Optimierung und Automation

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 7010 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-24 Wahlmodul 4 | | | |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Profesor Dr.-Ing. Niklas Hartmann | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 10.0 | Workload (h): | 300 |
| empf. Semester: | 6. und 7. Semester | Kontaktzeit (h): | 150 |
| Moduldauer (Semester): | 2 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 150 |
| Lehrform: | - | SWS: | 10.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (WS) | Gruppengröße: | 0 |

Zugeordnete Prüfungen 7200 Solar Engineering

Verwendbarkeit des Moduls Bachelor NES - Hauptstudium

| Prüfung Solar Engineering | | | |
|---|----------------|----------------------|--------------------|
| zugeordnet zu: Modul NES-24 Wahlmodul 4 | | | |
| Prüfungsnummer: | 7200 | Prüfungsform: | Mündliche Leistung |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-25 Planung & Betrieb energietechnischer Anlagen | | | |
|--|----------------------------|------------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Professor Dr.-Ing. Jens Pfafferott | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 6.0 | Workload (h): | 180 |
| empf. Semester: | 7. Semester | Kontaktzeit (h): | 90 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 90 |
| Lehrform: | Vorlesung | SWS: | 6.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (WS) | Gruppengröße: | 0 |

Zugeordnete Prüfungen 7020 Planung & Betrieb energietechnischer Anlagen

Lehrveranstaltungen

M+V1043 Planung und Betrieb energietechnischer Anlagen

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 6.0

Lerninhalt: **VORLESUNG**

Projektierung/Projekttablauf

- Übersicht zu den rechtlichen Rahmenbedingungen in Planungsprozessen
- Auftragnehmer/Auftraggeber und Lastenheft / Pflichtenheft
- Leistungsphasen der HOAI

Bilanzierung von komplexen Energiesystemen

- Einführung in das dynamische Verhalten von Energiesystemen
- Modellierung ausgewählter Anlagenkomponenten
- numerische Anlagensimulation

energiewirtschaftliche Bewertung

- Kostenberechnung
- Wirtschaftlichkeit nach der Annuitätenmethode (VDI 2067)
- Sensitivität / Unsicherheit / Optimierung
- Preis- und Vertragsgestaltung

Auslegung und Auswahl beispielhafter Komponenten für Energiesysteme (insb. Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Übergabe)

- Erzeugung
- Speicherung und Verteilung

- Übergabesysteme

Betrieb energietechnischer Anlagen

- Übersicht zu den rechtlichen Rahmenbedingungen in Planungsprozessen
- Instandhaltung
- Betriebsführung
- energiewirtschaftliche Optimierung im Betrieb

SEMINAR

Im Seminar werden einerseits technische, rechtliche und/oder sozio-ökonomische Aspekte der Planung und des Betriebs energietechnischer Anlagen in Form von Referaten und einer kritischen Diskussion beleuchtet. Andererseits wird das Planspiel "Ingenieurbüro" (Anwendung der Lehrinhalte aus der Vorlesung auf ein konkretes Planungsbeispiel) durch das Seminar begleitet. Aufgaben- und Materialsammlung sowie Folienskript als Unterlage für die Vorlesung.

Literatur :

Literatur aus der Bibliothek, separate Literaturliste

Verwendbarkeit des Moduls

Bachelor NES - Hauptstudium

Empfohlene Vorkenntnisse

Alle Studieninhalte des 1. bis 6. Semesters

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Klausurarbeit, 90 Min.

Lernziele und Kompetenzen

In der Vorlesung mit einer begleitenden Fallstudie lernen die Studierenden, wie beginnend von einer Lastenheftanforderung der erste Entwurf eines Energiesystems erfolgt. Im Rahmen der Fallstudie/Planspiel "Ingenieurbüro" entwickeln die Studierenden zunächst gemeinsam Anlagenkonzepte und dimensionieren anschließend die Komponenten der Anlage. Die Studierenden haben ein Gesamtverständnis für ein Energiesystem entwickelt, verstehen die Wechselwirkungen der Einzelkomponenten und können eine Betriebsführungsstrategie entwickeln. Sie sind in der Lage Energiebilanzen für komplexe Anlagen aufzustellen, diese zu dimensionieren und mit Hilfe der numerischen Simulation zu simulieren / analysieren / optimieren. Die Studierenden wenden ihr bisher erworbenes Wissen im Rahmen einer systemischen Aufgabe an und bewerten Energiesysteme energiewirtschaftlich, sozio-ökonomisch und ökologisch. Sie sind in der Lage fachliche Aussagen zu formulieren und vor einem kritischen Fachpublikum vorzutragen.

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 77 von 90

Prüfung Planung & Betrieb energietechnischer Anlagen

zugeordnet zu: Modul NES-25 Planung & Betrieb energietechnischer Anlagen

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 7020 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-26 Bachelorarbeit | | | |
|------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Professor Dr.-Ing. Niklas Hartmann | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 14.0 | Workload (h): | 420 |
| empf. Semester: | 7 | Kontaktzeit (h): | 30 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 390 |
| Lehrform: | Wissenschaftl. Arbeit/Sem | SWS: | 2.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | - | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|-----------------|
| Zugeordnete Prüfungen | 7000 | Bachelor Thesis |
| | 7005 | Kolloquium |

Lehrveranstaltungen

- M+V1059 Bachelor-Thesis**
 Veranstaltungsart: Wissenschaftl. Arbeit
- Lerninhalt: Schriftliche Dokumentation der Bachelorarbeit im Umfang von nicht mehr als 100 Seiten und mündliche Präsentation der Bachelorarbeit in einem abschließenden Kolloquium.
- M+V1060 Kolloquium**
 Veranstaltungsart: Seminar
 SWS: 2.0
 Lerninhalt: Fachvortrag:
 Vortrag zu dem Bachelor-Arbeitsthema im Umfang von 20 Minuten.
 Literatur :
 • entsprechende weiterführende Literatur wird angegeben, (2000)
 • Visualisieren, Präsentieren, Moderieren, J. W. Seifert (GABAL Verlag GmbH, 2000)

Verwendbarkeit des Moduls Bachelor NES - Hauptstudium

Empfohlene Vorkenntnisse Die Lehrinhalte des Hauptstudiums sind Voraussetzung zur erfolgreichen Bearbeitung der Bachelorarbeit.

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten Bachelor-Thesis: Abschlussarbeit; Gewichtung der Modulnote: 12/14
 Kolloquium: Referat; Gewichtung der Modulnote: 2/14

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Lernziele und Kompetenzen

In dem Modul wird die eigenständige Bearbeitung eines Themas aus dem Bereich Nachhaltige Energiesysteme verlangt.

Die Inhalte des Studiums gelangen hier zu einer umfassenden Form zur Anwendung. Es kann sich um eine eigenständige Bearbeitung eines Problems aus der Praxis handeln oder der Teilarbeit aus dem Arbeitsfeld eines Teams, wobei der Anteil des eigenen Beitrags klar ersichtlich sein muss.

Das Kolloquium dient der Präsentation der erzielten Resultate sowie der Beschreibung und Durchführung des eigenständigen Projekts.

Die Bachelor-Arbeit soll zeigen, dass innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden bearbeitet werden kann. Die Bachelor-Arbeit stellt damit den "krönenden" Abschluss des Studiums dar und wird mit einem 20-minütigen Vortrag im Kolloquium präsentiert.

Leistungspunkte und Noten

| Prüfung Bachelor Thesis | | | |
|--|----------------|----------------------|----------------|
| zugeordnet zu: Modul NES-26 Bachelorarbeit | | | |
| Prüfungsnummer: | 7000 | Prüfungsform: | Thesis |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

| Prüfung Kolloquium | | | |
|--|----------------|----------------------|----------------|
| zugeordnet zu: Modul NES-26 Bachelorarbeit | | | |
| Prüfungsnummer: | 7005 | Prüfungsform: | Referat |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-27 Wahlmodul Thermische Energietechnik 1 | | | |
|---|----------------------------|--------------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Professor Dr.-Ing. Andreas Schneider | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 5.0 | Workload (h): | 150 |
| empf. Semester: | 4 | Kontaktzeit (h): | 60 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 90 |
| Lehrform: | Vorlesung | SWS: | 4.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (SS) | Gruppengröße: | 0 |

Zugeordnete Prüfungen 4050 Technische Strömungslehre

Lehrveranstaltungen

M+V1029

Technische Strömungslehre

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 4.0

Lerninhalt:

- Grundlagen
Eigenschaften von Fluiden, Molekularer Aufbau, Stoffdaten, Newtonsche und nicht-newtonsche Medien
- Hydro-und Aerostatik
Druckverteilung im Schwere-und Zentifugalfeld, Kraftwirkungen auf Behälterwände, Archimedischer Auftrieb,
- Reibungsfreie Strömungen
Stromfadentheorie, Bernoulli-Gleichung, Wirbelströmungen, Druckbegriffe und deren Messung, Ausströmen aus Behältern, ebene Strömungen, Potentialströmungen und Tragflügeltheorie
- Reibungsbehaftete Strömungen
Reibungseinfluss, Kennzahlen, laminare und turbulente Strömungen, Navier-Stokessche Gleichungen, Druckabfall in durchströmten Leitungen, Impulssatz, Grenzschichttheorie,
- Druckverlust und Strömungswiderstand
Energiegleichung, Druckverlust in durchströmten Bauteilen, Krümmer, Düsen, Diffusoren, Widerstand umströmter Körper, Fahrzeuge, Tragflügel, Gebäude
- Gasdynamik
Strömungen kompressibler Medien, Laval-Düse
- Grundzüge der Strömungslehre, J. Zierep, K.Bühler (Vieweg +Teubner Verlag, 2010)

Literatur :

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

- Strömungslehre und Strömungsmaschinen, E. Käppeli (Harry, 1987)
- Strömungsmechanik, J.Zierep, K.Bühler (Springer Verlag, 1991)
- Technische Strömungslehre, Bohl, W. (Vogel, 2000)

| | |
|--|--|
| Verwendbarkeit des Moduls | Bachelor MA, NES - Hauptstudium |
| Empfohlene Vorkenntnisse | NES-08 Thermodynamik |
| Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten | Zulassungsvoraussetzung zur Prüfung: Erfolgreiche Zwischenklausur, alternativ 2/3 erfolgreich anerkannte Hausaufgaben. Klausurarbeit, 90 Min. |
| Lernziele und Kompetenzen | Die Studierenden müssen in der Lage sein, die Kraftwirkungen ruhender Fluide berechnen zu können. Die eindimensionalen Strömungsprobleme müssen im Rahmen der Stromfadentheorie mit der Bernoulli-Gleichung gelöst werden können. Die Geschwindigkeits- und Druckänderungen im Schwerfeld sind durch Kombination von Hydrostatik, Kontinuitäts- und Bernoulli-Gleichung zu lösen. Die Druckverluste beim Durchströmen von Leitungen, Kanälen, Maschinen und ganzen Anlagen müssen analysiert und berechnet werden können. Bei der Umströmung von Körpern wie z. Bsp.: Kraftfahrzeuge, Flugzeuge und Gebäude sind die Widerstandskräfte zu analysieren und zu berechnen. Das Verständnis für das Verhalten kompressibler Strömungsvorgänge bei Unter- und Überschallströmungen muss erreicht werden. |

| Prüfung Technische Strömungslehre | | | |
|---|----------------|----------------------|----------------|
| zugeordnet zu: Modul NES-27 Wahlmodul Thermische Energietechnik 1 | | | |
| Prüfungsnummer: | 4050 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-28 Wahlmodul Thermische Energietechnik 2 | | | |
|---|----------------------------|---|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Professorin Dr.-Ing. Susanne Mall-Gleißle | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 7.0 | Workload (h): | 210 |
| empf. Semester: | 4. Semester | Kontaktzeit (h): | 90 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 120 |
| Lehrform: | Vorlesung/Labor | SWS: | 6.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (SS) | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|-------------------------------------|
| Zugeordnete Prüfungen | 4060 | Wärmeübertragung / Stoffübertragung |
| | 4065 | Technikum Wärmeübertragung |

Lehrveranstaltungen

M+V1610

Wärmeübertragung

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 2.0

Lerninhalt:

- Einführung in die Wärmeübertragung anhand bekannter Beispiele aus der Thermodynamik (Wärmepumpe/ Kältemaschine, Energiebilanz, Wirkungsgrad und Leistungsziffer, Wärmetauscher)
- Prinzipielle Mechanismen der Wärmeübertragung
- Wärmeleitung - oder der Wärmeübergang in ruhenden Systemen
Fourier-Gleichung für die Wärmeübertragung
Anwendung der stationären Wärmeleitung auf unterschiedliche Geometrien
Instationäre Wärmeleitung (Einführung die Methodik der dimensionslosen Kennzahlen und der Ähnlichkeitstheorie, Fo und Bi)
- Wärmekonvektion - oder der Wärmeübergang in bewegten Systemen
Erzwungene Konvektion und deren kinetischer Ansatz für die Wärmeübertragung (Kennzahlen Nu, Re, Pr, Nußelt-Theorie, Wärmeübergangszahlen für verschiedene Anwendungen)
Freie Konvektion und deren dimensionslose Kennzahlen (Graßhof)
- Wärmestrahlung - oder der Wärmetransport durch elektromagnetische Strahlung
Grundgesetz der Temperaturstrahlung, Stefan-Boltzmann-Gesetz und Lambertsche Gesetze
Strahlungsaustausch

Literatur :

- P. von Böckh, Th. Wetzel: Wärmeübertragung, 5. Auflage, 2014, Springer-Verlag
- VDI-Wärmeatlas: Berechnungsblätter für den Wärmeübergang, 13. Auflage, 2019, Springer-Verlag

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

- R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot: Transport Phenomena, 2nd edition 2002, John Wiley & Sons, Inc.

M+V1611

Stoffübertragung

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 2.0

Lerninhalt:

- Einführung in die Stoffübertragung
- Analogie von Wärme- und Stoffübertragung
- Feuchte Luft
Definition der Enthalpie für feuchte Luft, das Mollier-Programm
Klimatisierungsprozesse
- Trocknungsprozesse
- Diffusion am Beispiel der Kondensation
Nußeltsche Wasserhauttheorie

Literatur :

- P. Stephan, K. Schaber, K. Stephan, F. Mayinger: Thermodynamik, Band 1: Einstoffsysteme, 19. Auflage, 2013, Springer-Verlag
- VDI-Wärmeatlas: Berechnungsblätter für den Wärmeübergang, 13. Auflage, 2019, Springer-Verlag
- R. B. Bird, W. E. Stewart, E. N. Lightfoot: Transport Phenomena, 2nd edition 2002, John Wiley & Sons, Inc.

M+V1612

Technikum Wärmeübertragung

Veranstaltungsart: Labor

SWS: 2.0

Lerninhalt:

Durchführung und Auswertung von Wärmeübertragungsversuchen im Technikumsmaßstab

Doppelrohrwärmetauscher

Wärmetransport in der Wirbelschicht

Kompressionskältemaschine

Trocknungsprozess in der Klimakammer

Literatur :

- J. Zimmer, S. Mall-Gleißle, Versuchsbeschreibungen
- VDI-Wärmeatlas: Berechnungsblätter für den Wärmeübergang, 13. Auflage, 2019, Springer-Verlag

Verwendbarkeit des Moduls

Bachelor NES, UT - Hauptstudium

Empfohlene Vorkenntnisse

NES-08 Thermodynamik

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Wärmeübertragung und Stoffübertragung: Klausurarbeit, 90 Min.

Technikum Wärmeübertragung: Laborarbeit, muss mit Erfolg attestiert sein

Klausurnote entspricht der Modulnote.

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Lernziele und
Kompetenzen

Die Studierenden lernen die Auslegungsmethodik für
Wärme- und Stoffübergangsprozesse mit unterschiedlichen
Transportmechanismen kennen.

Prüfung Wärmeübertragung / Stoffübertragung

zugeordnet zu: Modul NES-28 Wahlmodul Thermische Energietechnik 2

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 4060 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Prüfung Technikum Wärmeübertragung

zugeordnet zu: Modul NES-28 Wahlmodul Thermische Energietechnik 2

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|-------------|
| Prüfungsnummer: | 4065 | Prüfungsform: | Laborarbeit |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | unbenotet |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| Modul NES-29 Wahlmodul Elektrische Energietechnik 1 | | | |
|--|----------------------------|-----------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | | Prof. Dr. S. Meier | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 6.0 | Workload (h): | 180 |
| empf. Semester: | 4. Semester | Kontaktzeit (h): | 90 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 90 |
| Lehrform: | Vorlesung/Labor | SWS: | 6.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (WS) | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|---|
| Zugeordnete Prüfungen | 4070 | Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie |
| | 4075 | Labor Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie |

Lehrveranstaltungen

| | |
|---------------|---|
| EMI855 | Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie 2 |
| | Veranstaltungsart: Vorlesung |
| | SWS: 4.0 |
| | Lerninhalt: |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Leitungs- und Netzformen • Ersatzschaltungen- und Kenndaten der Betriebsmittel • Drehstromnetz im symmetrischen und unsymmetrischen Betrieb • Netzberechnungsverfahren • Lange Leitungen • Leistungs-, Frequenz- und Spannungsregelung • Kurzschlussstromberechnung • Symmetrische und Unsymmetrische Fehler • Stabilität der Energieübertragung • Transformatoren • Physiologische Wirkungen des Stromes und Schutzmaßnahmen |
| | Literatur : |
| | Elektrische Anlagentechnik: Kraftwerke, Netze, Schaltanlagen, Schutzeinrichtungen, Carl Hanser Verlag GmbH, Wilfried Knies, Klaus Schierack , 6. Auflage. 05/2012 |
| | Elektrische Energieversorgung 1, Springer Berlin Heidelberg, Print ISBN: 978-3-642-22345-7, Electronic ISBN: 978-3-642-22346-4, 4. Auflage, 2015 |
| | Elektrische Energieverteilung, René Flosdorff, Günther Hilgarth, Springer Vieweg, eBook ISBN 978-3-8348-2363-2, Softcover ISBN 978-3-8351-0244-6, 10. Auflage, 2020 |

| | |
|---------------|--|
| EMI856 | Labor Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie |
| | Veranstaltungsart: Labor |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

| | |
|-------------|---|
| SWS: | 2.0 |
| Lerninhalt: | Versuche zu folgenden Themen der Vorlesung: <ul style="list-style-type: none"> • Komplexe Verbraucher, • Synchron- und Asynchrongeneratoren, • Modellkraftwerk, • Hochspannungsdrehstromübertragung (HDÜ) und Leitungen, Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) und Leitungen, Netzsynchrisation, • Dezentrale Erzeuger, • Mischstromübertragung (HMÜ) |
| Literatur : | <ul style="list-style-type: none"> • Elektrische Anlagentechnik: Kraftwerke, Netze, Schaltanlagen, Schutzeinrichtungen, Carl Hanser Verlag GmbH, Wilfried Knies • Elektrische Energieversorgung 1-3, Springer Fachmedien München GmbH, Valentin Crastan • Elektrische Energieverteilung, Flosdorff, René, Hilgarth, Günther |

| | |
|---------------------------|---|
| Verwendbarkeit des Moduls | Das Modul Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie 2 ist Voraussetzung für die nachfolgenden/weiterführenden Module in der Energietechnik: Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie 3, Netzschutz. Zweiter Studienabschnitt Studiengang EI |
|---------------------------|---|

| | |
|--------------------------|--|
| Empfohlene Vorkenntnisse | Module Elektrotechnik 1 und 2, Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie 1 |
|--------------------------|--|

| | |
|--|---|
| Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten | Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie: Klausurarbeit, 90 Min. Labor Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie: Laborarbeit; muss mit Erfolg attestiert sein Modulnote entspricht Klausurnote. |
|--|---|

| | |
|---------------------------|--|
| Lernziele und Kompetenzen | Das Modul ist eine weiterführende Veranstaltung der elektrischen Energietechnik, welche an anderen Universitäten und Hochschulen oft den Namen „Energieanlagen und Netze“ trägt. Die Studierenden lernen die Grundlagen hinsichtlich Netzstabilität und Netzregelung im direkten Zusammenspiel mit den wichtigsten Energieanlagen (Generatoren, Motoren, Transformatoren, Schalter, Leitungen, Verbraucher) kennen. Es wird gezeigt, wie mit Hilfe der Ersatzschaltbilder der Energieanlagen ein Netz entsteht und wie dieses berechnet werden kann. |
|---------------------------|--|

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 87 von 90

Prüfung Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie

zugeordnet zu: Modul NES-29 Wahlmodul Elektrische Energietechnik 1

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 4070 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Prüfung Labor Erzeugung und Verteilung elektrischer Energie

zugeordnet zu: Modul NES-29 Wahlmodul Elektrische Energietechnik 1

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|-------------|
| Prüfungsnummer: | 4075 | Prüfungsform: | Laborarbeit |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | unbenotet |

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

Seite 88 von 90

Modul NES-30 Wahlmodul Elektrische Energietechnik 2

| | | | |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------------------|----------|
| Modulverantwortlicher: | Prof. Dr. Nuß | | |
| Studiengang: | Nachhaltige Energiesysteme | Abschluss: | Bachelor |
| ECTS-Punkte: | 6.0 | Workload (h): | 180 |
| empf. Semester: | 4. Semester | Kontaktzeit (h): | 90 |
| Moduldauer (Semester): | 1 | Selbststudium/ Gruppenarbeit (h): | 90 |
| Lehrform: | Vorlesung/Labor | SWS: | 6.0 |
| Häufigkeit des Angebots: | jedes Jahr (SS) | Gruppengröße: | 0 |

| | | |
|-----------------------|------|---------------------------|
| Zugeordnete Prüfungen | 4080 | Leistungselektronik |
| | 4085 | Labor Leistungselektronik |

Lehrveranstaltungen

EMI6108

Labor Leistungselektronik

Veranstaltungsart: Labor

SWS: 2.0

- Lerninhalt:
- Versuche zu Thyristoren und netzgeführten Stromrichtern
 - Versuche zum Gleichstromsteller
 - Versuche zu Motorwechselrichtern in Drehstrombrückenschaltung
 - Netzurückwirkungen und Blindleistungskompensation
 - Versuche zu Netzwechselrichtern in Drehstrombrückenschaltung

Literatur : Specovius, Joachim: Grundkurs Leistungselektronik, 10. Auflage, Wiesbaden, Springer Vieweg Verlag, 2020.

EMI850

Leistungselektronik

Veranstaltungsart: Vorlesung

SWS: 4.0

Lerninhalt: Die LV gliedert sich folgendermaßen:

- Aufgaben der Leistungselektronik
- Bauelemente der Leistungselektronik
- Wechselstrom- und Drehstromsteller
- Netzgeführte Stromrichter
- Selbstgeführte Stromrichter
- Umrichter
- Verfahren zur Ansteuerung von Stromrichtern

Literatur :

- Jäger, R., Stein, E.: Leistungselektronik, VDE-Verlag, Berlin, Offenbach, 2011
- Schröder, D.: Leistungselektronische Schaltungen, 3. Auflage, Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2012

Modulbeschreibung Nachhaltige Energiesysteme

- Specovius, J.: Grundkurs Leistungselektronik, 8. Auflage, Wiesbaden, Vieweg Verlag, 2017
- Hagmann, G.: Leistungselektronik, 6. Auflage, Wiebelsheim, AULA-Verlag, 2019

Verwendbarkeit des Moduls

Die Leistungselektronik-Vorlesung wird in gleicher Weise in EI, EI-plus, EI-3nat, MKA und MK-plus angeboten. Das Labor wird NES-spezifisch angepasst, d.h. keine unmittelbare Kopplung.

Empfohlene Vorkenntnisse

Vorlesungen "Elektrotechnik 1", "Elektrotechnik 2" und "Elektronische Bauelemente"

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

Klausur K90 Leistungselektronik (Gewichtung 100 %)

Erfolgreiche Absolvierung aller Laborversuche

Lernziele und Kompetenzen

Die Teilnehmer*innen kennen die Funktionsweise der wichtigsten leistungselektronischen Stellglieder zum Betreiben elektrischer Maschinen sowie für die Energiewandlung und Energieeinspeisung ins Netz. Die spezifischen Eigenschaften der den leistungselektronischen Stellgliedern zugrundeliegenden Leistungshalbleiterbauelemente werden überblickt. Die Teilnehmer besitzen außerdem die Fähigkeit zu beurteilen, für welche Applikationen welche leistungselektronischen Stellglieder einzusetzen sind und mit welchen Schwierigkeiten dabei zu rechnen ist.

Prüfung Leistungselektronik

zugeordnet zu: Modul NES-30 Wahlmodul Elektrische Energietechnik 2

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|----------------|
| Prüfungsnummer: | 4080 | Prüfungsform: | Klausur 90 |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | Gestufte Noten |

Prüfung Labor Leistungselektronik

zugeordnet zu: Modul NES-30 Wahlmodul Elektrische Energietechnik 2

| | | | |
|-----------------|----------------|----------------------|-------------|
| Prüfungsnummer: | 4085 | Prüfungsform: | Laborarbeit |
| Prüfungsart: | Einzelleistung | Art der Notengebung: | unbenotet |

Erläuterungen