



# Bachelor Energie-Ingenieurwesen

## Modulhandbuch PO 5.2

Akkreditierung: 10.06.2021 (Freigabe PO 5.0)

Änderungssatzung: 29.02.2024 (Freigabe PO 5.1)

Änderungssatzung: 08.01.25 (Freigabe PO 5.2)

Letzte Aktualisierung: 12.02.2026

## Inhalt

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Vorwort .....                                                            | 5  |
| Legende .....                                                            | 6  |
| 1 Module Semester 1 .....                                                | 7  |
| 1.1 Mathematik I .....                                                   | 7  |
| 1.2 Physik.....                                                          | 8  |
| 1.3 Grundlagen der Digitalisierung.....                                  | 9  |
| 1.4 Elektrotechnik.....                                                  | 11 |
| 1.5 Einführung in die Ingenieurwissenschaften .....                      | 13 |
| 1.6 Mechanik und Wärme .....                                             | 14 |
| 2 Module Semester 2 .....                                                | 15 |
| 2.1 Mathematik II .....                                                  | 15 |
| 2.2 Orientierungsseminar.....                                            | 16 |
| 2.3 Ökonomie .....                                                       | 17 |
| 2.4 Wärmeübertragung und Numerik.....                                    | 18 |
| 2.5 Thermodynamik und Strömungsmechanik .....                            | 20 |
| 2.6 Elektrische Systeme.....                                             | 21 |
| 3 Module Semester 3 und 4 .....                                          | 23 |
| 3.1 Energieeffiziente Gebäude .....                                      | 23 |
| 3.2 Mess-, Steuer- und Regelungstechnik.....                             | 25 |
| 3.3 Solare Energiesysteme .....                                          | 26 |
| 3.4 Thermische Energiesysteme.....                                       | 27 |
| 3.5 Kälte- und Wärmepumpentechnik.....                                   | 28 |
| 3.6 Projektplanung und -ausführung .....                                 | 29 |
| 3.7 Energie- und Ressourcenmanagement .....                              | 31 |
| 3.8 Angewandte Elektrotechnik .....                                      | 33 |
| 3.9 Automatisierungs- und Informationstechnik .....                      | 35 |
| 3.10 Simulationstechnik .....                                            | 37 |
| 3.11 Studienarbeit .....                                                 | 39 |
| 4 Module Semester 5 .....                                                | 40 |
| 4.1 Praxismodul .....                                                    | 40 |
| 4.1.1 Praktikum .....                                                    | 40 |
| 4.1.2 Digitale Planungswerkzeuge.....                                    | 40 |
| 4.1.3 Laborpraktikum .....                                               | 41 |
| 5 Module Semester 6 und 7 .....                                          | 42 |
| 5.1 Laborpraktikum .....                                                 | 42 |
| 5.1.1 Labor für Elektrische System – Elektrotechnik und Smart Grid ..... | 43 |

|        |                                                           |    |
|--------|-----------------------------------------------------------|----|
| 5.1.2  | Labor für Raumluftechnik .....                            | 44 |
| 5.1.3  | Labor für MSR und Automatisierungstechnik .....           | 45 |
| 5.1.4  | Labor für Tages-Lichttechnik und solare Systeme.....      | 46 |
| 5.1.5  | Labor für Thermische Energiesysteme .....                 | 47 |
| 5.1.6  | Feldlabor regenerative Energiesysteme.....                | 49 |
| 5.2    | Projektarbeit oder Fach aus anderen Studiengängen.....    | 50 |
| 5.3    | Wahlpflichtmodul.....                                     | 51 |
| 5.3.1  | Auslegung TGA-Komponenten (G) .....                       | 52 |
| 5.3.2  | Automatisierung der Energiesysteme (E, D) .....           | 53 |
| 5.3.3  | Bauphysik und klimagerechtes Bauen (G).....               | 54 |
| 5.3.4  | Energiedatenmanagement/Monitoring (G, E, D) .....         | 55 |
| 5.3.5  | Elektrische Netze und Netzintegration (E, D) .....        | 56 |
| 5.3.6  | Energetische Nutzung von Biomasse (E) .....               | 57 |
| 5.3.7  | Gebäudeautomation (G, D) .....                            | 58 |
| 5.3.8  | Lüftungs- und Klimatechnik (G).....                       | 59 |
| 5.3.9  | Vertiefung Hydraulik (G, E).....                          | 60 |
| 5.3.10 | Windkraftwerke (E) .....                                  | 61 |
| 5.4    | Wahlfachmodul .....                                       | 62 |
| 5.4.1  | Akustik und Schallschutz (G) .....                        | 63 |
| 5.4.2  | Anlagen- und Systemsimulation (E) .....                   | 64 |
| 5.4.3  | Auslegung elektrischer Gebäudesysteme (G) .....           | 65 |
| 5.4.4  | Baubiologie (G) .....                                     | 66 |
| 5.4.5  | BIM (D).....                                              | 67 |
| 5.4.6  | Brandschutz und Anlagensicherheit (G, E) .....            | 68 |
| 5.4.7  | Energetische Bewertung von Gebäuden (G) .....             | 69 |
| 5.4.8  | Digitalisierung der Prozesse (D).....                     | 70 |
| 5.4.9  | Geschichte der Technik (G, E, D) .....                    | 71 |
| 5.4.10 | Technologien geothermischer Energiegewinnung (G, E) ..... | 72 |
| 5.4.11 | Vortragsreihe Gebäude, Energie, Digital (G, E, D) .....   | 73 |
| 5.4.12 | Einführung in das Maschinenlernen und KI .....            | 74 |
| 5.4.13 | Leistungselektronik (E) .....                             | 75 |
| 5.4.14 | Microcontroller-Anwendungen (D) .....                     | 76 |
| 5.4.15 | Sanitärtechnik (G).....                                   | 77 |
| 5.4.16 | Sonderthemen Regenerativen Energiesysteme (E).....        | 78 |
| 5.4.17 | Sonderthemen Thermodynamik (G, E).....                    | 79 |
| 5.4.18 | Speichertechnologie (G, E) .....                          | 80 |

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| 5.4.19 Thermische Kraftwerke (E) .....       | 81 |
| 5.4.20 Thermoaktive Bauteilsysteme (G) ..... | 82 |
| 5.4.21 Data-Science Methoden (D) .....       | 83 |
| 5.4.22 Fach aus anderen Studiengängen .....  | 84 |
| 5.5 Bachelorarbeit .....                     | 85 |

## Vorwort

Ein wesentlicher Bestandteil der Klimaschutzstrategie ist die Energiewende. Wesentliche Bausteine sind eine deutliche verbesserte Energieeffizienz um eine vollständig auf erneuerbarer Energie beruhende Deckung der restlichen noch benötigten Energie zu gewährleisten.

Der Studiengang „Energie-Ingenieurwesen“ vermittelt mit zwei Schwerpunktrichtungen und einer Schwerpunkterweiterung die Kompetenzen, die für die Umsetzung dieser Zielsetzung erforderlich sind: Mit einem ingenieurtechnischen Grundstudium werden die gemeinsamen Grundlagen für die Vertiefungen „Gebäudesysteme“ und „Energiesysteme“ gelegt.

Mit Fächern zum Schwerpunkt „Gebäudesysteme“ erwerben die Studierenden vertieftes Wissen für die energieeffiziente Konzeption und Betriebsweise von behaglichen Gebäuden, den größten Verbrauchern von Energie. Passende, regenerative „Energiesysteme“, auch für die Wirtschaft und den Verkehr, werden in den entsprechenden Vertiefungsfächern dieses Schwerpunktes vermittelt. Die Digitalisierung der Gebäudeplanung und Energiesysteme ist eine Schlüsseltechnologie bei der Umsetzung der Energiewende und bildet als Schwerpunkterweiterung eine gemeinsame Klammer.

## Legende

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P   | Portfolioprüfung<br>Einige Module schließen mit einer Portfolioprüfung ab. Eine Portfolioprüfung ist die Summe der Prüfungselemente, die in den einzelnen Lehrveranstaltungen erbracht werden. Die Portfolioprüfung beinhaltet mehrere Prüfungselemente (z. B. Klausur, mündliche Prüfung, Übungen, Laborpraktika, Studienarbeit, Referat ...).<br>Die Modulnote wird aus den nach benoteten Leistungspunkten gewichteten Noten der einzelnen Lehrveranstaltungen ermittelt, oder aus den Noten für die einzelnen Prüfungselemente mit den im Modulhandbuch angegebenen Gewichtungen ermittelt.<br>Unbenotete Prüfungselemente bleiben bei der Ermittlung der Note unberücksichtigt.<br>Ein „bestanden“ im nicht benoteten Prüfungselement ist jedoch Zugangsvoraussetzung (ZV) für die benotete Prüfungsleistung.<br>Nicht benotete Lehrveranstaltungen in einem Wahlfachmodul gehen nicht in die Berechnung der Modulnote ein. Maximal 40 % der Leistungspunkte in einem Wahlfachmodul dürfen dabei ohne Note eingebracht werden. |
| K   | Klausur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| M   | mündliche Prüfung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Stu | unbenotete Studienarbeit (Hausarbeit, Labor- oder Praktikumsbericht, technische Zeichnung, Computerprogramm u.a.m., gegebenenfalls mit mündlicher Befragung)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Stb | benotete Studienarbeit (Hausarbeit, Labor- oder Praktikumsbericht, technische Zeichnung, Computerprogramm u.a.m., gegebenenfalls mit mündlicher Befragung)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Pa  | Projektarbeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Ref | Referat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| SWS | Semesterwochenstunde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| LP  | Leistungspunkt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| PL  | Prüfungsleistung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| KS  | Kontaktstunden                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ES  | Eigenstudium, Selbststudium                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| V   | Vorlesung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Ü   | Übung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| S   | Seminar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| L   | Laborpraktikum                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Pr  | Praxis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| LB  | Lehrbeauftragte*r                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| G   | Gebäudesysteme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| E   | Energiesysteme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| D   | Digitalisierung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

# 1 Module Semester 1

## 1.1 Mathematik I

|                         |                |                                |               |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|---------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Grundstudium   | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5             |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester | <b>Semester:</b>               | 1             |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine          | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Hofmann |

### Aufbau

|            | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in     |
|------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| Mathematik | 5  | 4   | V+Ü | K 120 Min        | 60 h                | 90 h               | Prof. Hofmann |

### Lernziele

Die Teilnehmer sind mit den grundlegenden Methoden und Denkweisen der Analysis, der Linearen Algebra, der Funktionentheorie und der Statistik vertraut. Hierzu gehört das Beherrschen der reellen Differential- und Integralrechnung einer Veränderlichen und der sichere Umgang mit den Grundlagen der Linearen Algebra, der Funktionentheorie sowie der Statistik.

### Inhalte

Grundlagen der Funktionentheorie, der Linearen Algebra, der Statistik und der gewöhnlichen Differentialgleichungen, elementare Funktionen, reelle eindimensionale Differential- und Integralrechnung sowie Funktionsapproximation.

### Methodik

Peer Instruction, Inverted Classroom

### Literatur

- [1] Thomas Rießinger: Mathematik für Ingenieure, Springer
- [2] Lothar Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 1-3
- [3] Albert Fetzter und Heiner Fränkel: Mathematik. Lehrbuch für Fachhochschulen, Band 1-2
- [4] Regina Gellrich und Carsten Gellrich: Mathematik: ein Lehr- und Übungsbuch für Fachhochschulen, Fachoberschulen, Technikerschulen, Band 1-4
- [5] Wolfgang Brauch / Hans-Joachim Dreyer / Wolfhart Haacke: Mathematik für Ingenieure

## 1.2 Physik

|                         |                |                                |               |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|---------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Grundstudium   | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5             |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester | <b>Semester:</b>               | 1             |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine          | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Entress |

### Aufbau

|        | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in     |
|--------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| Physik | 5  | 4   | V+Ü | Stb              | 60 h                | 90 h               | Prof. Entress |

### Lernziele

Verstehen und Einüben physikalischer Konzepte und Methoden zur Lösung ingenieurwissenschaftlicher Fragestellungen.

### Inhalte

Anhand ausgewählter Themen aus den Gebieten Mechanik, Thermodynamik und Elektrotechnik werden physikalische und ingenieurwissenschaftliche Arbeitsweisen und Techniken erlernt und eingeübt. Diese beinhalten insbesondere grundlegende Kenntnisse der Messtechnik sowie der Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Experimenten und Versuchen.

### Methodik

Praktische Übungen und projektorientiertes Lernen.

### Literatur

- [1] Hering, Martin, Stöher: Physik für Ingenieure, Springer 2012
- [2] Harten, Ulrich: Physik: Eine Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer
- [3] Halliday, Resnick, Walker: Physik - Bachelor Edition, Wiley VCH, Weinheim
- [4] Kuchling: Taschenbuch der Physik, Fachbuchverlag Leipzig, Weinheim
- [5] Kuhn, Vogt: Physik ganz smart, Springer 2019
- [6] Schaaf: Das Physikalische Praktikum, Universitätsverlag Göttingen 2007
- [7] Otten: Repetitorium Experimentalphysik, Springer 2019

## 1.3 Grundlagen der Digitalisierung

|                         |                |                                |               |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|---------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Grundstudium   | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5             |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester | <b>Semester:</b>               | 1             |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine          | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Hofmann |

### Aufbau

|                                     | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in     |
|-------------------------------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| Programmieren                       | 5  | 2   | V+Ü | Portfolioprüfung | 30 h                | 45 h               | Prof. Hofmann |
| Information<br>Modelling und<br>CAD |    | 2   | V+Ü |                  | 30 h                | 45 h               | LB            |

### Lernziele

#### **Programmieren**

Erlernen einer Programmiersprache und Lösung einfacher ingenieurwissenschaftlicher Fragestellungen durch Erstellung eigener Algorithmen sowie Lösung komplexerer Fragestellungen im Dialog mit Informatikern.

#### **Information Modelling und CAD**

Kennenlernen und verstehen der logischen und konzeptionellen Inhalte von digitalen Modellen zur Darstellung spezifischer Informationen von Gebäuden und Gebäudetechnik (BIM). Inhaltliches Verständnis und adäquater Umgang mit verschiedenen Datenformaten im Bereich der CAD. Erlernen einer CAD-Software.

### Inhalte

#### **Programmieren**

Einführung in die Softwareentwicklung anhand einer verbreiteten Programmiersprache, Werkzeuge für die Softwareentwicklung, Variablen, Ausdrücke, Kontrollstrukturen, Funktionen, Namensräume, Objektorientierung. Darstellung von Zahlen, Datenstrukturen. Analyse von Messdaten.

#### **Information Modelling und CAD**

Bedienung und Umgang mit CAD anhand eines renommierten Softwareprodukts auf Basis von Projektbeispielen aus der Praxis. Über den Aspekt der grafischen Darstellung hinaus wird die Dimensionierung von Anlagen und Bauteilen mit Hilfe CAD-integrierter oder ergänzender Berechnungswerkzeuge, der Datenaustausch mit den Projektbeteiligten sowie die sinnvolle Integration in einen BIM-orientierten Planungsprozess vermittelt.

### Methodik

Vorlesung und Übung

### Prüfungsform

Die Portfolioprüfung besteht aus folgenden Prüfungselementen:

Pa: Unbenotetes Programmierprojekt (Programmieren)

Stu: Anfertigen einer technischen Zeichnung (CAD)

Es müssen alle Prüfungselemente erfolgreich abgeschlossen werden.

## **Literatur**

### **Programmieren**

- [1] Hajji, Farid, Das Python-Praxisbuch, Addison-Wesley, München, 2008
- [2] Ascher, David; Lutz, Mark; Einführung in Python, O`Reilly, Köln, 2007
- [3] Ernesti, Johannes; Kaiser, Peter; Python 3, Rheinwerk-Verlag, Bonn, 2015
- [4] Swaroop, C. H., A Byte of Python, Rev. 4.0, 2020, <https://python.swaroopch.com/>

### **Information Modeling und CAD**

- [1] DIN SPEC 91400 „Building Information Modeling (BIM) - Klassifikation nach STLB-Bau, Beuth Verlag, Wiesbaden, 2017
- [2] ISO 16739 „Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries“, Genf, 2013, rev. 2018
- [3] Fritz, Andreas (Hrsg.), Hoischen, Hans: Technisches Zeichnen, Cornelsen Verlag, Berlin, 2020
- [4] Richtlinienreihe VDI 2552 „Building Information Modeling (BIM)“, Beuth Verlag, Berlin, 2018-2020
- [5] Van Treeck et al.; Gebäude.Techik.Digital, - Building Information Modeling, Springer-Vieweg Verlag, Wiesbaden, 2016
- [6] Softwarespezifische Literatur und Handbücher

## 1.4 Elektrotechnik

|                         |                |                                |                  |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|------------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Grundstudium   | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5                |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester | <b>Semester:</b>               | 1                |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine          | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Wachenfeld |

### Aufbau

|                                           | LP | SWS | Art   | Prüfungsleistung: | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in     |
|-------------------------------------------|----|-----|-------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| Grundlagen<br>Elektrotechnik mit<br>Labor | 5  | 4   | V+Ü+L | Portfolioprüfung  | 60 h                | 90 h               | Prof. Entress |

### Lernziele

Die Studierenden besitzen wesentliche Kenntnisse über die physikalischen Gesetze der Elektrotechnik und können mit diesen grundlegende Zusammenhänge auf dem Gebiet der Gleichstrom- und Wechselstromtechnik sowie der elektrischen und magnetischen Felder verstehen. Die Studierenden können die grundsätzlichen Zusammenhänge in Gleich- und Wechselstromnetzwerke erkennen und Stromkreise im stationären Zustand berechnen.

### Inhalte

Gleichstrom: Ladung, Strom, Spannung, ohmscher Widerstand, Leistung; Anwendung der Kirchhoff'schen Gesetze im Grundstromkreis; Ersatzspannungs- und -stromquelle; Spannungsteiler  
Elektrisches Feld: Unterschied elektrisches Strömungsfeld und elektrostatisches Feld; Kondensator, Kapazitätsberechnungen; Auf- und Entladung sowie Zusammenschaltung von Kondensatoren  
Magnetisches Feld: Kraftwirkungen im magnetischen Feld; Kenngrößen wie Flussdichte, Fluss, Durchflutung, Feldstärke und -spannung; magnetischer Kreis; Induktionsgesetz und Induktivität  
Wechselstrom: Größen in der Wechselstromtechnik; Wechselstromschaltungen im Zeitbereich; Darstellung von Größen im Zeigerdiagramm; Berechnung von einfachen Netzwerken mit ohmschen Widerständen, Kapazitäten und Induktivitäten; Wirk-, Blind- und Scheinleistung, Blindleistungskompensation

### Methodik

Vorlesung mit begleitendem Laborpraktikum und Tutorium

### Prüfungsform

Die Portfolioprüfung besteht aus den folgenden Prüfungselementen:

Ü: Teilnahme am Laborpraktikum

K: Klausur 90 Min (100 Punkte)

Es müssen alle Prüfungselemente erfolgreich abgeschlossen werden.

### Literatur

- [1] Hagmann, G.: Grundlagen der Elektrotechnik. AULA-Verlag, Wiebelsheim. 18. Auflage, 2020. ISBN 978-3-891-04830-6
- [2] Kasikci, I.: Elektrotechnik für Architekten, Bauingenieure und Gebäudetechniker, Springer-Verlag GmbH, 2. Auflage, 2018, ISBN 978-3-658-23762-2
- [3] Fachkunde Elektrotechnik, Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten. 32. Auflage, 2020. ISBN-13: 978-3-808-53791-6

- [4] Frohne, H.; Löcherer, K.; Müller, H.: Grundlagen der Elektrotechnik, Vieweg+Teubner Verlag/  
Springer Fachmedien, Wiesbaden. 19. Auflage, 2002. eBook ISBN 978-3-322-93889-3

## 1.5 Einführung in die Ingenieurwissenschaften

|                         |                |                                |                 |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|-----------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Grundstudium   | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5               |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester | <b>Semester:</b>               | 1               |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine          | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Studiendekan*in |

### Aufbau

|                         | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in     |
|-------------------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| Systeme und<br>Bilanzen | 5  | 2   | V+Ü | Portfolioprüfung | 30 h                | 60 h               | Prof. Entress |
| Studium Generale        |    | 2   | V+Ü |                  | 30 h                | 30 h               | SG            |

### Lernziele

Erlernen der Grundlagen der Bilanzierung, u.a. von Energiewandlungs- und Nutzungssystemen. Im Rahmen des Studiums Generale können Interessen und Fähigkeiten zu interkulturellen, sprachlichen aber auch fachübergreifenden Themen geweckt und erworben werden.

### Inhalte

#### **Systeme und Bilanzen**

An einführenden Beispielen erlernen die Studierenden Bilanzen von Systemen mit verschiedenen Quantitäten zu erstellen, daraus Energiebilanzen aufzustellen und zu analysieren. Zentrale Konzepte und Begriffe werden eingeführt und auf Beispiele angewendet: Energieerhaltung, Wirkungsgrad und Nutzungsgrad, Energiebilanz.

Zudem werden die Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens vermittelt. Anleitung zum Schreiben wissenschaftlicher Ausarbeitungen. Präsentationstechniken.

#### **Studium Generale**

Die Studierenden erlangen Kompetenzen aus dem Bereich der Allgemeinbildung und Schlüsselqualifikationen, je nach Wahl.

Für das Studium Generale gibt es wechselnde Inhalte gemäß Liste der HBC.

### Methodik

Skripte, Übungen, weitere Unterlagen, Sprachlabor etc.

### Prüfungsform

Die Portfolioprüfung besteht aus den folgenden Prüfungselementen:

K: Klausur 60 Min

Studium Generale (diverse Prüfungsformen je nach Wahl)

Es müssen alle Prüfungselemente erfolgreich abgeschlossen werden

### Literatur

Systeme und Bilanzen:

Hans Schnitzer: Grundlagen der Stoff- und Energiebilanzierung, Vieweg, 1991

## 1.6 Mechanik und Wärme

|                  |                |                         |            |
|------------------|----------------|-------------------------|------------|
| Abschnitt:       | Grundstudium   | Leistungspunkte:        | 5          |
| Angebot:         | jedes Semester | Semester:               | 1          |
| Voraussetzungen: | keine          | Modulverantwortliche*r: | Prof. Floß |

### Aufbau

|                        | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in  |
|------------------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|------------|
| Technische<br>Mechanik | 5  | 2   | V+Ü | K<br>120 Min     | 30 h                | 45 h               | LB         |
| Thermodynamik I        |    | 2   | V+Ü |                  | 30 h                | 45 h               | Prof. Floß |

### Lernziele

Die Studierenden lernen die Anwendung der wesentlichen Konzepte der Technischen Mechanik kennen, und vertiefen die Anwendungsbereiche statisch bestimmter Kräftesysteme (Balkenstatik), Elastostatik (Festigkeitslehre), statische und dynamische Kräfte und einfache Pendelsysteme und Form von technisch relevanten Beispielen und Übungen.

Im Bereich der Thermodynamik I werden StudentInnen in die Lage versetzt, die thermodynamischen Grundgleichungen anzuwenden und einfache, praxis-relevante Problemstellungen zu bearbeiten. Insbesondere werden Problemstellungen bei einfachen Wärmeübertragern und Zustandsänderungen idealer Gase im Zusammenhang mit Gas-Kraftwerks- und Motorenprozessen vertieft.

### Inhalte

#### **Technische Mechanik**

- Grundbegriffe der Mechanik
- Kräfte und Kräftegleichgewicht
- Kräftegleichgewicht, Schnitt- und Auflagerkräfte am Biegebalken
- Kräftebeanspruchung von Bauteilen (Zug, Druck, Biegung, Torsion, Knickung)
- Einfache Beispiele der Festigkeitsberechnungen
- Grundbegriffe der Kinematik (Bewegung, Beschleunigung)
- Entstehung und Auswirkung dynamischer Linear- und Rotationskräfte
- Berechnung von Schwingungen und einfachen Pendelbewegungen

#### **Thermodynamik I**

- Grundbegriffe der Thermodynamik
- Stoffeigenschaften der Materie
- Thermodynamische Systeme
- Erhaltungsgleichungen der Thermodynamik (Masse- und Energieerhaltung, 2. Hauptsatz)
- Zustandsgleichungen idealer Gase
- Gasturbinenprozesse

### Methodik

Vorlesung und Übungen

### Literatur

- [1] Cerbe, G., Wilhelms, G.: Technische Thermodynamik, Hanser Verlag, 2017
- [2] Labuhn, D., Romberg, O.: Keine Panik vor Thermodynamik; Springer Vieweg, 2012
- [3] Kulisch W.; Technische Mechanik für Dummies; Wiley-VCH Verlag, 2018
- [4] Romberg, O, Hinrichs, N.; Keine Panik vor Mechanik, Springer Verlag, 2020
- [5] Skript

## 2 Module Semester 2

### 2.1 Mathematik II

|                         |                |                                |               |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|---------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Grundstudium   | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5             |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester | <b>Semester:</b>               | 2             |
| <b>Voraussetzungen:</b> | Mathematik I   | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Hofmann |

#### Aufbau

|               | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in     |
|---------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| Mathematik II | 5  | 4   | V+Ü | K 120 Min        | 60 h                | 90 h               | Prof. Hofmann |

#### Lernziele

Die Teilnehmer sind mit den grundlegenden Methoden und Denkweisen der Analysis, der Linearen Algebra und der Statistik vertraut. Hierzu gehört das Beherrschen der reellen Differential- und Integralrechnung mehrerer Veränderlichen und der sichere Umgang mit den Grundlagen der Linearen Algebra sowie der Statistik.

#### Inhalte

Einführung in die Lineare Algebra, die Statistik und die Lösungsmethoden für gewöhnliche Differentialgleichungen sowie die Theorie der reellen mehrdimensionalen Differential- und Integralrechnung.

#### Methodik

Peer Instruction, Inverted Classroom

#### Literatur

- [1] Thomas Rießinger: Mathematik für Ingenieure, Springer
- [2] Lothar Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 1-3
- [3] Albert Fetzer und Heiner Fränkel: Mathematik. Lehrbuch für Fachhochschulen, Band 1-2
- [4] Regina Gellrich und Carsten Gellrich: Mathematik: ein Lehr- und Übungsbuch für Fachhochschulen, Fachoberschulen, Technikerschulen, Band 1-4
- [5] Wolfgang Brauch / Hans-Joachim Dreyer / Wolfhart Haacke: Mathematik für Ingenieure

## 2.2 Orientierungsseminar

|                         |                |                                |                 |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|-----------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Grundstudium   | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5               |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester | <b>Semester:</b>               | 2               |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine          | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Studiendekan*in |

### Aufbau

|                           | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in |
|---------------------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| Orientierungs-<br>seminar | 5  | 4   | V+Ü | Stb              | 60 h                | 90 h               | diverse   |

### Lernziele

Erwerb eines Überblicks über die inhaltlichen Schwerpunkte des Studiums und seiner Vertiefungsrichtungen Energiesysteme, Gebäudesysteme und deren Digitalisierung.

### Inhalte

Vorträge der Professoren des Studiengangs, ergänzt um Seminararbeiten mit thematischen Schwerpunkten (Eigenarbeit).

### Methodik

Seminar und Vorträge

### Literatur

Aktuelle Literaturliste wird zu Semesterstart angegeben.

## 2.3 Ökonomie

|                         |                |                                |               |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|---------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Grundstudium   | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5             |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester | <b>Semester:</b>               | 2             |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine          | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Entress |

### Aufbau

|                                                       | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in        |
|-------------------------------------------------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| Allgemeine und Industrielle BWL und Energiewirtschaft | 5  | 4   | V+Ü | K 120 Min        | 60 h                | 90 h               | Prof. Entress/LB |

### Lernziele

Mit Abschluss des Moduls kennen und beherrschen die Studierenden die zentrale Bedeutung der Unternehmensorganisation und organisatorischer Gestaltungsmöglichkeiten aber auch des Marketings. Sie verstehen die Inhalte von Bilanz sowie Gewinn- und Verlustrechnung, und können grundlegende Instrumente des Rechnungswesens in einfacher Form anwenden. Sie haben grundlegende Kenntnisse für Wirtschaftlichkeitsanalysen, u.a. in der industriellen Produktion.

### Inhalte

Ökonomisches Prinzip der Marktwirtschaft/Märkte; wirtschaftspolitische Institutionen; Unternehmensrechnung (u.a. Debitoren- und Kreditorenrechnung); Grundlagen der Wirtschaftlichkeit- und Investitionskostenrechnung (u.a. VDI 2067); Unternehmensplanung mit Organisation von produzierenden Unternehmen mit Managementsystemen (Aufbau- und Ablaufplanung, DIN-Normen 50001, 9001, 14001); strukturierte Erstellung von Maßnahmen zur Energie- und Kosteneinsparung (u.a. Energie- und Produktionskennzahlen etc., siehe auch Energiemanagement); Grundlagen der Energiewirtschaft; Arbeitsteilige Produktion mit Automatisierung von Materialwirtschaft und Logistik

### Methodik

Vorlesungen, Übungen/Studienarbeit, externe Referenten zu Spezialthemen

### Literatur

Wöhe, Günter: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Vahlen-Verlag

## 2.4 Wärmeübertragung und Numerik

|                         |                                |                                |              |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Grundstudium                   | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5            |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester                 | <b>Semester:</b>               | 2            |
| <b>Voraussetzungen:</b> | Grundlagen der Digitalisierung | <b>Modulverantwortlicher*:</b> | Prof. Gerber |

### Aufbau

|                          | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-stunden | Selbst-studium | Dozent*in     |
|--------------------------|----|-----|-----|------------------|-----------------|----------------|---------------|
| Wärmeübertragung         | 5  | 3   | V+Ü | Portfolioprüfung | 45 h            | 45 h           | Prof. Wengert |
| Numerik und Datenanalyse |    | 2   | V+Ü |                  | 30 h            | 30 h           | LB            |

### Lernziele

#### **Wärmeübertragung**

Ziel der Wärmelehre ist das Verständnis und die Fähigkeit zur Berechnung der grundlegenden Wärmeübertragungsmechanismen. Die Studierenden lernen, wie die allgemeinen theoretischen Ansätze durch spezielle Lösungen und Vereinfachungen auf konkrete technische und physikalische Anwendungen übertragen werden können.

#### **Numerik und Datenanalyse**

Verstehen und Anwenden numerischer Verfahren zur Lösung ingenieurwissenschaftlicher Fragestellungen. Grundkenntnisse und Anwendung von Data Science und Visualisierungswerkzeugen.

### Inhalte

#### **Wärmeübertragung**

Grundlegende Mechanismen der Wärmeübertragung; Wärmestrom und Temperaturverteilung in Systemen bei stationärer Wärmeleitung und für ausgewählte Fälle bei instationärer Wärmeleitung (z.B. ideal gerührter Behälter, halbunendliche Körper); Wärmeübergang bei freier und erzwungener Konvektion in einphasigen Systemen; Strahlungsaustausch in einfachen Systemen; Grundlagen Wärmeübertrager (z.B. Platten-, Rohrbündelsysteme).

#### **Numerik und Datenanalyse**

In der angewandten Numerik werden Verfahren zur Datenanalyse, zur Lösung von linearen und nichtlinearen Gleichungssystemen, zur Lösung von Differentialgleichungen und zur Visualisierung von Daten vermittelt. Es werden dabei Anwendungen aus der Wärmeübertragung aufgegriffen.

### Methodik

Vorlesung, Übungen und Studienarbeit

### Prüfungsform

Die Portfolioprüfung besteht aus den folgenden Prüfungselementen:

K: Klausur 60 Min (Wärmeübertragung)

Stb: Studienarbeit benotet (Numerik und Datenanalyse)

Es müssen alle Prüfungselemente erfolgreich abgeschlossen werden

### Literatur

- [1] Baehr, H. D., Stephan, K.: Wärme- und Stoffübertragung, 8. Auflage, Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden, 2013

- [2] Elsner, N et al., Grundlagen der Technischen Thermodynamik, Band 2 – Wärmeübertragung, Akademie Verlag, Berlin, 1993
- [3] Polifke, Wolfgang; Kopitz, Jan, Wärmeübertragung, Pearson Education, München, 2009
- [4] Langtangen, Hans Petter, A Primer on Scientific Programming with Python, Springer Verlag, Heidelberg, 2016
- [5] McKinney, Wes; Datenanalyse mit Python, O'Reilly, Köln, 2018

## 2.5 Thermodynamik und Strömungsmechanik

|                         |                 |                                |            |
|-------------------------|-----------------|--------------------------------|------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Grundstudium    | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5          |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester  | <b>Semester:</b>               | 2          |
| <b>Voraussetzungen:</b> | Thermodynamik I | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Floß |

### Aufbau

|                  | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in  |
|------------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|------------|
| Thermodynamik II | 5  | 2   | V+Ü | K 120 Min        | 30 h                | 45 h               | Prof. Floß |
| Strömungslehre   |    | 2   | V+Ü |                  | 30 h                | 45 h               | LB         |

### Lernziele

Im Bereich der Thermodynamik II werden Studierende in die Lage versetzt, typische Ingenieurfragestellungen mit Hilfe der Thermodynamik zu analysieren und mit den grundlegenden Erhaltungsgleichungen Lösungen zu erarbeiten. Insbesondere werden Kreisprozesse von Motoren und Zustandsänderungen in Wasserdampf-Luft-Gemische (feuchte Luft) vertieft.

Im Bereich der Strömungslehre sollen Gesetze und Berechnungsmethoden die StudentInnen in die Lage versetzen, Fragestellungen bei strömenden Flüssigkeiten und Gasen z.B. in Geräten, Maschinen sowie Anlagen zu bearbeiten und die Ergebnisse in die Praxis umzusetzen.

### Inhalte

#### **Thermodynamik II**

- Eigenschaften rechts- und linksgängiger Kreisprozesse
- Modellierung, Darstellung und Berechnung von gängigen Motoren- und Turbinen-Prozessen (Otto, Diesel, Seiliger, Stirling, Joule)
- Grundlagen und Eigenschaften von Wasserdampf-Luft-Gemischen (feuchte Luft)
- Berechnung von Wassergehalt und spezifischer Enthalpie der feuchten Luft
- Aufbau und Funktion des h-x-Diagramms
- Darstellung und Berechnung von Zustandsänderungen der feuchten Luft
- Einführung in die Lüftungs- und Klimatechnik

#### **Strömungslehre**

- Grundlegende Eigenschaften und Merkmale von Fluiden
- Grundlagen inkompressibler Strömungen
- Rohrhydraulik reibungsbehafteter inkompressibler Strömungen
- Reibungsbehaftete Strömungen in offenen Gerinnen
- Reibungsbehafteter Ausfluss aus Behältern
- Grundlagen der Aerodynamik und Strömungskräfte.

### Methodik

Vorlesung und Übungen

### Literatur

- [1] Cerbe, G., Wilhelms, G.: Technische Thermodynamik, Hanser Verlag, 2017
- [2] Labuhn, D., Romberg, O.: Keine Panik vor Thermodynamik; Springer Vieweg, 2012
- [3] Bohl, W.: Technische Strömungslehre, Vogel Verlag, Würzburg, 2014
- [4] Böswirth, L.: Technische Strömungslehre, Vieweg Verlag, Braunschweig, 2005
- [5] Skript

## 2.6 Elektrische Systeme

|                         |                |                                |                  |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|------------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Grundstudium   | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5                |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester | <b>Semester:</b>               | 2                |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine          | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Wachenfeld |

### Aufbau

|                                            | LP | SWS | Art     | Prüfungsleistung | Kontaktstunden | Selbststudium | Dozent*in            |
|--------------------------------------------|----|-----|---------|------------------|----------------|---------------|----------------------|
| Bauelemente und Schaltungen der Elektronik | 5  | 2   | V+Ü     | K 120 Min        | 30 h           | 30 h          | Prof. Wachenfeld     |
| Grundlagen elektrischer Systeme mit Labor  |    | 3   | V+Ü + L |                  | 45 h           | 45 h          | Prof. Wachenfeld /LB |

### Lernziele

Ziel dieses Moduls ist es, den Studierenden wesentliche Kenntnisse über die Funktionsweisen und Einsatzgebiete von elektronischen Bauteilen und Schaltungen zu vermitteln. Mittels elektrischer Messgeräte sind die Studierenden in der Lage, Strom, Spannung, Leistung, Arbeit und Widerstand innerhalb von energie- und gebäudetechnischen Systemen zu messen und zu beurteilen. Die Studierenden verstehen den Systembegriff in der Elektrotechnik und können ihn anwenden. Darauf aufbauend werden detaillierte Kenntnisse zur Technik elektrischer Anlagen für die Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie erarbeitet.

### Inhalte

#### **Bauelemente und Schaltungen der Elektronik**

Bauelemente und Grundsaltungen der Elektronik: lineare und nichtlineare Widerstände, Kondensatoren, Spulen und Induktivitäten in elektronischen Schaltungen, Halbleiterdioden, Transistoren und IGBTs, Thyristoren, Operationsverstärker.

Schaltungsbeispiele aus der Energie- und Gebäudetechnik.

Schaltungen der elektrischen Messtechnik: allgemeine Grundlagen, relevante Messgeräte und -verfahren in der Energie- und Gebäudetechnik.

#### **Grundlagen elektrischer Systeme**

Drehstromsystemtechnik, komplexe Rechnung, Energieübertragung, elektrische Netze, Kenngrößen elektrischer Leitungen, Netzformen, Erdungen in NS- und HS-Netzen, Bemessung elektrischer Leitungen und Kabel, Spannungsfall und Verlustleistung, Kurzschlussstromberechnung, Schaltanlagen, Schutzeinrichtungen.

### Methodik

Skript, Vorlesung mit integrierten Übungen, Laborpraktikum, Hausaufgaben

### Literatur

- [1] Böker, A., Paerschke, H., Boggasch, E., Elektrotechnik für Gebäudetechnik und Maschinenbau, Springer Verlag, Berlin. 2. Auflage, 2017, eBook ISBN 978-3-658-20971-1
- [2] Böhmer, E., Ehrhardt, D., Oberschelp, W.: Elemente der angewandten Elektronik. Springer Fachmedien, Wiesbaden, 2018. ISBN-13: 978-3-834-81496-8

- [3] Kasikci, I.: Projektierung von Niederspannungsanlagen, Hüthig&Pflaum Verlag, Heidelberg, 4. Auflage, 2018. ISBN-13: 978-3-810-10468-7
- [4] Crastan, V.: Elektrische Energieversorgung 1, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 4. Auflage, 2015. ISBN-13: 978-3-662-49020-4
- [5] Heuck, K.; Dettmann, K.; Schulz, D.: Elektrische Energieversorgung, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 9. Auflage, 2014. ISBN-13: 978-3-834-81699-3
- [6] Fachkunde Elektrotechnik, Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten. 32. Auflage, 2020. ISBN-13: 978-3-808-53791-6

## 3 Module Semester 3 und 4

### 3.1 Energieeffiziente Gebäude

|                         |                                               |                                |              |
|-------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------|--------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Orientierungsphase                            | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5            |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester                             | <b>Semester:</b>               | 3/4          |
| <b>Voraussetzungen:</b> | Einführung in die Gebäude- und Energiesysteme | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Gerber |

#### Aufbau

|                                          | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontaktstunden | Selbststudium | Dozent*in    |
|------------------------------------------|----|-----|-----|------------------|----------------|---------------|--------------|
| Bauphysik und Energiebilanz von Gebäuden | 5  | 2   | V+Ü | Portfolioprüfung | 30 h           | 45 h          | Prof. Gerber |
| Gebäudebeheizung                         |    | 2   | V+Ü |                  | 30 h           | 45 h          | Prof. Floß   |

#### Lernziele

Aufbauend auf (in anderen Modulen erlernten) physikalischen Grundlagen werden die Grundlagen und wesentlichen Anwendungen der thermischen Bauphysik und der Beheizung von Gebäuden vermittelt und geübt. Im Teilmodul Bauphysik erlernen die Studierenden das Verständnis des statischen und dynamischen thermischen Verhaltens von Gebäuden mit dem Bezug zu den gültigen Regulierungen des Wärmeschutzes. Im Zentrum steht dabei die Energiebilanz und Maßnahmen zur Energieeinsparung und die Kenntnis der wichtigsten Bauweisen und Strategien zur Steigerung der Energieeffizienz und Behaglichkeit.

Nach Abschluss des Moduls kennen und verstehen die Studierenden die angepasste Beheizung von Gebäuden unterschiedlicher Nutzung. Darüber hinaus erlernen sie die Bewertung von Heizungssystemen im Hinblick auf Energieeffizienz, Behaglichkeit, Komfort und Kosten.

#### Inhalte

Aspekte thermischer Behaglichkeit, Energie- und Leistungsbilanz von Gebäuden, Thermische Bauphysik, Monatsbilanz, Jahresverbrauch, Jahresdauerlinien.

Einflussfaktoren auf das Behaglichkeitsempfinden von Nutzern in Räumen, Bedeutung der Beheizung auf den Erhalt der Bausubstanz. Geschichte der Heizungstechnik, Bestimmung der Heizlast und des Energieverbrauchs von Gebäuden, Einteilen von Heizungssystemen, Raumheizeinrichtungen und deren Dimensionierung, Aufstellung von Wärmeerzeugern.

#### Methodik

Vorlesungen mit integrierten Übungen, kleine Exkursionen, Dämmstoffkoffer, Thermografie

#### Prüfungsform

Die Portfolioprüfung besteht aus folgenden Prüfungselementen:

Ü: Regelmäßige Abgaben von Übungsaufgaben (15 Punkte)

Pa: Schrittweise durchgeführte Projektarbeit (15 Punkte)

M: Mündliche Prüfung 15 min (70 Punkte)

Es müssen alle Prüfungselemente erfolgreich abgeschlossen werden.

## Literatur

- [1] Ch. Zürcher, Th. Frank: Bauphysik: Bau und Energie, vdf Hochschulvlg, 4.Auflage 2014
- [2] Lohmeyer, Post, Bergmann: Praktische Bauphysik, Aktuelle Auflage
- [3] Bläsi, Bauphysik, aktuelle Ausgabe
- [4] Ggf. Krass, Mitransky, Rupp: Grundlagen der Bautechnik, 2013
- [5] Ebook: Dämmstoffe im Überblick, Url: <http://www.sanier.de/ebook-daemmstoffe-im-ueberblick-veroeffentlicht> Abruf 15.1.2015
- [6] Tiator, Ingolf: Heizungsanlagen, Vogel Verlag Dez. 2006, 3. Auflage
- [7] Pistohl, Wolfram: Handbuch der Gebäudetechnik Band 2,
- [8] Heizung/Lüftung/Beleuchtung/Energiesparen; Werner Neuwied Verlag Sep. 2009, 7. Auflage
- [9] Gebäudenenergiegesetz

## 3.2 Mess-, Steuer- und Regelungstechnik

|                         |                    |                                |              |
|-------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Orientierungsphase | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5            |
| <b>Angebot:</b>         | Jedes 2. Semester  | <b>Semester:</b>               | 3/4          |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine              | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Becker |

### Aufbau

|                                        | LP | SWS | Art        | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in    |
|----------------------------------------|----|-----|------------|------------------|---------------------|--------------------|--------------|
| Mess-, Steuer- und<br>Regelungstechnik | 5  | 4   | V+Ü+K<br>L | 120 Min          | 60 h                | 90 h               | Prof. Becker |

### Lernziele

Ziel des Moduls ist es, die grundlegenden Begriffe, Prinzipien und Zusammenhänge der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik im Kontext der Gebäude- und Energietechnik kennen und verstehen zu lernen. Anhand einfacher Anwendungsbeispiele (z.B. Temperaturregelung und –regelung) können steuerungs- und regelungstechnische Fragestellungen beschrieben und grundlegende Steuerungs- und Regelungsprinzipien verständlich erklärt werden. Die Studierenden sind in der Lage, technische Prozesse (z.B. Anlagen, Räume, ...) in Steuer- und Regelkreisstrukturen zu beschreiben und zu analysieren sowie einfache Steuer- und Regelungskonzepte (z.B. Zweipunktregler, PDI-Regler) zu entwerfen und zu parametrieren. Zudem kennen die Studierenden ergänzend die Bedeutung der Mess- und Sensortechnik als wichtigen Teil einer Steuerkette bzw. eines Regelkreises.

### Inhalte

Überblick über typische Automatisierungsaufgaben, Einführung in konventionelle und digitale Steuerungstechnik, Aufbau und Programmierung von speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS), Charakterisierung und Beschreibung dynamischer Systeme, stetige und unstetige Regler, Reglerentwurf, PID-Reglerparametrierung, Regler Optimierung, Übungen zu Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Laborpraktika zu Themen der MSR-Technik, Anwendungsbeispiele.

### Methodik

Labor, Simulationswerkzeuge, Exponate

### Literatur

- [1] Eigenes Skript mit Lückentext
- [2] Arbeitskreis der Professoren für Gebäudeautomation und Energiesysteme (Hrsg.): Regelungs- und Steuerungstechnik in der Versorgungstechnik. 8. Auflage, C.F. Müller-Verlag, 2017
- [3] Tröster, F.: Steuerungs- und Regelungstechnik für Ingenieure. Oldenbourg-Verlag, 3. A., 2011
- [4] Tieste, K.D.; Romberg, O.: Keine Panik vor Regelungstechnik! 3. A, 2015
- [5] Föllinger, O: Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und Anwendungen. Hüthig-Verlag, 12. Auflage, 2016

### 3.3 Solare Energiesysteme

|                         |                                          |                                |              |
|-------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|--------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Orientierungsphase                       | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5            |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester                           | <b>Semester:</b>               | 3            |
| <b>Voraussetzungen:</b> | Thermodynamik, Wärme- und Strömungslehre | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Gerber |

#### Aufbau

|                                               | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontaktstunden | Selbststudium | Dozent*in    |
|-----------------------------------------------|----|-----|-----|------------------|----------------|---------------|--------------|
| Solare Energiesysteme und Strahlungsaustausch | 5  | 5   | V+Ü | M<br>15 Min      | 75 h           | 75 h          | Prof. Gerber |

#### Lernziele

Die Studierenden erwerben Systemkompetenz und fundiertes Fachwissen in der energetischen Nutzung der Solarenergie. Vom Wandler bis zum Gesamtsystem wird die Fähigkeit erlernt, Systeme und Anwendungen zu bewerten, zu bilanzieren und zu dimensionieren. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf Fragen der Systemintegration. Grundlagenwissen über Strahlungsaustausch und Elemente der Optik wird ebenfalls erlernt.

#### Inhalte

Wärmestrahlung und Optik: Schwarzer Strahler, Grauer Strahler, Strahlungsaustausch, Wechselwirkung der Solarstrahlung mit Materie, Verfügbarkeit, Charakterisierung und Berechnung der solaren Strahlung.

Photovoltaik: Funktionsweise, Zellen, Module, Wechselrichter, Inselanlagen, Netzgekoppelte Anlagen. Planung, Bau und Betrieb von photovoltaischen Energiesystemen: Lastanalyse, Energieertrag bei lokalen Betriebsbedingungen, Auslegung, Speicherung von Energie, Wartung.

Solarthermische Systeme: Kollektortheorie und Speicher, Solarthermische Systeme für Brauchwarmwassererwärmung, Heizungsunterstützung und Prozesswärme, Komponenten und Anlagenkonzepte sowie deren Bewertung, Planung mit Hilfe von Simulationswerkzeugen.

#### Methodik

Vorlesung mit Übungen

#### Literatur

- [1] Baehr, Stephan, Wärme- und Stoffübertragung, Springer 2013
- [2] K. Mertens: Photovoltaik - Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis, Hanser, 2013
- [3] J.A. Duffie, W.A. Beckman, Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley & Sons, 2006
- [4] Kasper et. al.: Leitfaden Solarthermische Anlagen, Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS), Berlin, 2006
- [5] Ladener: Solaranlagen, Handbuch der thermischen Solarenergienutzung, Staufen, Freiburg, 2003
- [6] Leitfaden photovoltaische Anlagen, Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie, 3. Auflage, 2006

### 3.4 Thermische Energiesysteme

|                         |                    |                                |            |
|-------------------------|--------------------|--------------------------------|------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Orientierungsphase | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5          |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester  | <b>Semester:</b>               | 3/4        |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine              | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Floß |

#### Aufbau

|                                | LP | SWS | Art   | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in  |
|--------------------------------|----|-----|-------|------------------|---------------------|--------------------|------------|
| Wärmeerzeuger und<br>Hydraulik | 5  | 4   | V+Ü+L | Stb              | 60 h                | 90 h               | Prof. Floß |

#### Lernziele

Kennen und verstehen der verschiedenen Wärmeerzeuger sowie der Bedeutung der Hydraulik auf die Energieeffizienz von Gesamtsystemen. Erlernen der (primär-) energetischen Bewertung von Wärmesystemen.

#### Inhalte

Endenergieträger für die Heizungstechnik, Heizungskessel, Solaranlagen, Wärmepumpen, BHKW, Unterteilung von Heizungskesseln, Aufstellung von Wärmeerzeugern und Brennstofflagern.

Hydraulische Energieverteilssysteme (Gebäudeverteilung, Nahwärme-, Fernwärmenetze), Pumpenauslegung, Hydraulischer Abgleich, Hydraulische Grund-Schaltungen, Sicherheitstechnische Einrichtungen, Entlüftung/Entschlammung.

#### Methodik

Vorlesungen mit integrierten Übungen.

#### Literatur

- [1] Albers, Joachim: Zentralheizungs- und Lüftungsbau für Anlagenmechaniker Dommel, Rainer: Handwerk und Technik Verlag Jul. 2009, 7. Auflage
- [2] VDI Bericht 1549: Hydraulik in der Heiz- und Raumlufttechnik, VDI Verlag, Düsseldorf 2000

### 3.5 Kälte- und Wärmepumpentechnik

|                         |                    |                                |            |
|-------------------------|--------------------|--------------------------------|------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Orientierungsphase | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5          |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester  | <b>Semester:</b>               | 3/4        |
| <b>Voraussetzungen:</b> | Thermodynamik I    | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Floß |

#### Aufbau

|                                       | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in  |
|---------------------------------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|------------|
| Kälte- und<br>Wärmepumpen-<br>technik | 5  | 4   | V+Ü | K 120 Min        | 60 h                | 90 h               | Prof. Floß |

#### Lernziele

Die Studierenden lernen die thermodynamischen Grundlagen und Berechnungsverfahren von realen Gasen und linksgängigen Kreisprozessen mit Phasenwechsel kennen und vertiefen die Auslegung von Kälteerzeugern sowie Wärmepumpensystemen. Darüber hinaus werden die energetischen Bewertungen von Wärmepumpen- und Kältesystemen vertieft.

#### Inhalte

- Eigenschaften realer Gase
- thermodynamische Grundlagen von Kreisprozessen mit Phasenwechsel
- thermodynamische und ökologische Eigenschaften von Kältemitteln
- wesentliche Komponenten von Kältemaschinen und Wärmepumpen
- Berechnung und Anwendungsbeispiele von einstufigen Kältemaschinen
- qualitative Analyse von Kältemaschinen-Prozessen mit Hilfe des  $\log p - h$  – Diagramms
- Berechnung und Anwendungsbeispiele von Wärmepumpen
- qualitative Analyse von Wärmepumpen-Prozessen mit Hilfe des  $\log p - h$  – Diagramms

#### Methodik

Vorlesungen und Übungen.

#### Literatur

- [1] Krug N., Hainbach C.; Pohlmann-Taschenbuch der Kältetechnik; VDE-Verlag Berlin; 2013
- [2] Cerbe, G., Wilhelms, G.: Technische Thermodynamik, Hanser Verlag, 2017
- [3] Skript

### 3.6 Projektplanung und -ausführung

|                         |                    |                                |               |
|-------------------------|--------------------|--------------------------------|---------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Orientierungsphase | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5             |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester     | <b>Semester:</b>               | 3             |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine              | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Wengert |

#### Aufbau

|                                                  | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in     |
|--------------------------------------------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| Planen und<br>Ausführen und<br>Projektmanagement | 5  | 4   | V+Ü | Stb              | 45 h                | 75 h               | Prof. Wengert |

#### Lernziele

Ziel ist die Befähigung zur technischen und organisatorischen Steuerung von Planungsprozessen für Energieanlagen und Technische Gebäudeausrüstung unter Einbeziehung der dabei wesentlichen rechtlichen und ökonomischen Zusammenhänge. Der integrale Ansatz vermittelt dabei das Zusammenspiel möglichst aller an der Planung beteiligten Fachdisziplinen/Gewerke. In Übungen und Studienarbeiten werden die „Grundwerkzeuge“ für Planen, Bauen, Inbetriebnahme und Betreiben praktisch eingeübt.

#### Inhalte

Planungs- und Organisationswerkzeuge: Projekthandbuch, Strukturplan, Terminplan, Ressourcen- und Kapazitätsplanung, Kostenberechnung, Kostenverfolgung, Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Kostenkennwerte;

Ergebnisdarstellung und Projektdokumentation: Protokoll, Projektablage Berichtswesen, Planinhalte, CAD-Nutzung;

Erstellung von Spezifikationen/Ausschreibungen/Anfragen; Auftragsvergabe und Leistungsabrechnung; AVA-Programm; Überwachung und Abnahme von Bauleistungen/projektbezogenen Leistungen/Lieferungen, Inbetriebnahme von Anlagen; Qualitätssicherung;

Inhalt und Art von Verträgen; Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI), Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB A/B/C);

Genehmigungsrecht (BImSchG/BImSchV, UVPg, LBO), Machbarkeitsprüfung, Flächensicherung, Bauleitplanung; relevante Normen, Verordnungen, Gesetze für Planung und Betrieb.

#### Methodik

Vorlesung und Planungsübungen

#### Literatur

- [1] Braun, A. et al., VOB/C Kommentare, ATV DIN 18379, ATV DIN 18380, ATV DIN 18381
- [2] Beuth Verlag, Berlin, 2018
- [3] Bauch, U. et al., Baustellenorganisation Band 3, R. Müller Verlag, Köln 2004
- [4] Ihle, Claus et al., Tabellenbuch Sanitär, Heizung, Klima/Lüftung, Bildungsverlag EINS, Troisdorf, 2019
- [5] Kapellmann, Klaus, et. al, Einführung in die VOB/B, Werner Verlag, Köln, 2016
- [6] Kus, Alexander et. al, Einführung in die VOB/A, Werner Verlag, Köln, 2013
- [7] Langen, Werner et. al, Bauplanung und Ausführung, Werner Verlag, Köln, 2012

- [8] VOB A,B/ BGB, HOAI, Beck-Texte im dtv, München, 2021
- [9] Bayer. Landesamt für Umwelt (Hrsg.), Praxis-Leitfaden ökolog. Gestaltung von PV-Freiflächenanlagen, Augsburg, 2014
- [10] Deutsches Institut für Bautechnik (Hrsg.), Hinweise für die Herstellung, Planung und Ausführung von Solaranlagen, Berlin, 2012
- [11] Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, des Ministeriums für Verkehr und Infrastruktur und des Ministeriums für Finanzen und Wirtschaft, Baden-Württemberg, Windenergieerlass Bad-Württemberg, Stuttgart, Mai 2012
- [12] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.), Windatlas Baden-Württemberg, Stuttgart, 2019
- [13] Bayer. Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (Hrsg.), Planungshilfen für Bauleitplanung, München, 2018/2019
- [14] Siegfried Heier, Windkraftanlagen, Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden, 2018
- [15] Mertens, K., Photovoltaik, Hanser Fachbuchverlag, München, 2020

### 3.7 Energie- und Ressourcenmanagement

|                         |                    |                                |              |
|-------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Orientierungsphase | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5            |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester  | <b>Semester:</b>               | 3/4          |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine              | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Becker |

#### Aufbau

|                                   | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in    |
|-----------------------------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|--------------|
| Energiemanagement                 |    | 2   | V+Ü | K                | 30 h                | 45 h               | Prof. Becker |
| Materialwissenschaften und Chemie | 5  | 2   | V+Ü | 120 min          | 30 h                | 45 h               | LB           |

#### Lernziele

Die Studierenden erlernen die grundlegenden Methoden und Verfahren der Energie- und Ressourceneffizienz im Hinblick auf den Energieverbrauch und -bedarf sowie den Materialeinsatz. Sie erlernen die Anwendung grundlegender organisatorischer, technischer und verarbeitender Methoden bei der Energiebeschaffung, der Verbrauchserfassung und -auswertung und zugehöriger Controlling- und Analyse-Instrumente. Des Weiteren sind sie in der Lage, Materialien hinsichtlich der benötigten Eigenschaften, Bearbeitungsverfahren und Praxistauglichkeit anwendungsspezifisch auszuwählen und vom Grundsatz her zu beurteilen. Zudem erlernen die StudentInnen wesentlichen chemische Grundlagen im Zusammenhang mit Materialien wie Korrosionsvorgänge, Alterungsbeständigkeit und chemische Stabilität, Toxizität und ökologische Auswirkungen.

#### Inhalte

- Grundlagen des kommunalen und industriellen Energiemanagements,
- Energiekennwerte, Energieanalysen, Energieverbrauchsausweise und Energieberichte
- strukturierte Erstellung der Maßnahmen zur Energie- und Kosteneinsparung
- Fortschrittliche Betriebsführung unter Berücksichtigung von Benchmarks und Performanceindikatoren
- Energierecht mit Liberalisierung des Energiemarkts und Abgabenrecht (EEG etc.), Wirkungsfeld der Regulierungsbehörden, Grundlagen und Mechanismen des Energiehandels, und Energietransport, Grundlagen Energiedienstleistungen
- Einführung in die grundlegenden Eigenschaften von Materialien inkl. chemische Grundlagen der Materie
- Aufbau, Eigenschaften und Anwendungen Eisenwerkstoffe und Nicht-Eisen-Werkstoffe und deren Legierungen und Wärmebehandlungsverfahren
- Aufbau, Eigenschaften und Anwendungen von Kunststoffen sowie keramischer und mineralischer Werkstoffe
- Verbundwerkstoffe unter besonderer Berücksichtigung von Recycling
- Korrosion- und Korrosionsschutz bei unterschiedlichen Materialklassen
- Grundlagen und Eigenschaften von Salzen, Säuren, Laugen und Mineralien

#### Methodik

Vorlesung und Übungen

## Literatur

- [1] Askeland, D.; Materialwissenschaften, 2010, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg
- [2] Seidel, W., Hahn, F.; Werkstofftechnik, 2014, Hanser Verlag München
- [3] Feil S, Resag J., Riebe K; Faszinierende Chemie, Springer-Verlag Berlin, 2018
- [4] Skript
- [5] BMU, UBA: Energiemanagementsysteme in der Praxis, ISO 50001: Leitfaden für Unternehmen und Organisationen, online
- [6] Deutscher Städtetag: Das Energiemanagement im Rahmen der kommunalen Gebäudewirtschaft, Hinweise zum kommunalen Energiemanagement des AK Energieeinsparung, online
- [7] AMEV, Energie 2009, Hinweise zum Energiemanagement in öffentlichen Gebäuden
- [8] Fünfgeld, C. (Fünfgeld 2005); Betriebliches Energiemanagement, BTU Forschungshefte Energie. 2005
- [9] Energieeinsparverordnung (EnEV), EDL-Gesetz
- [10] DIN EN ISO 50001: Energiemanagementsysteme und weitere zugehörige Normen

### 3.8 Angewandte Elektrotechnik

|                         |                                                        |                                |                  |
|-------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------|------------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Orientierungsphase                                     | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5                |
| <b>Angebot:</b>         | Jedes Modulteil<br>jedes 2. Semester<br>(alternierend) | <b>Semester:</b>               | 3/4              |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine                                                  | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Wachenfeld |

#### Aufbau

|                                    | LP | SWS | Art   | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in        |
|------------------------------------|----|-----|-------|------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| Grundlagen elektrischer Anlagen    | 5  | 2   | V+Ü+L | K<br>120 Min     | 30 h                | 45 h               | Prof. Wachenfeld |
| Elektrische Maschinen und Antriebe |    | 2   | V+Ü+L |                  | 30 h                | 45 h               | Prof. Wachenfeld |

#### Lernziele

Das Modul zielt darauf ab, einen Überblick über die wichtigsten Gebiete der elektrischen Anlagen sowie der elektrischen Gebäudeausrüstung und -versorgung zu geben. Beginnend mit einem Einblick in die relevanten gesetzlichen Bestimmungen wird das notwendige Hintergrundwissen für die Planung und Auslegung elektrischer Anlagen im Gebäude erarbeitet. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, das erworbene Fachwissen sowie die relevanten DIN VDE-Normen bei der elektrischen Anlagenplanung einzusetzen. Weiterhin sollen relevante Grundlagen bezüglich des Einsatzes elektrischer Maschinen in der Energie- und Gebäudetechnik vermittelt werden. Die Studierenden kennen die Grundlagen des magnetischen Kreises und können Transformatoren für den Einsatz in der Energieversorgung auslegen. Weiterhin werden Grundkenntnisse über die Wirkungsweise elektrischer Maschinen vermittelt und die Gesetzmäßigkeiten zur Drehmomentbildung von Gleich- und Drehstrommaschinen verglichen.

#### Inhalte

##### **Grundlagen elektrischer Anlagen**

Aufbau des Niederspannungsnetzes, Normen und Richtlinien für die Errichtung elektrischer Anlagen, grundlegende Vorgaben zur Planung elektrischer Gebäudeausrüstung, Einführung in die Installation elektrischer Anlagen, Schutz gegen elektrischen Schlag, Schutz von Leitungen und Kabeln, Erdungsanlagen, Schutzpotentialausgleichsleiter, Schutzleiter, Kurzschlussberechnung, Überstromschutzeinrichtungen, Blitzschutz

##### **Elektrische Maschinen und Antriebe**

Grundlagen des magnetischen Kreises, Induktion, Transformatoren in der Energieversorgung, Kraftwirkung auf stromdurchflossene Leiter, Gleichstrommaschinen, Synchrongeneratoren, Asynchronmotoren.

#### Methodik

Skript, Vorlesung mit integrierten Übungen, Laborversuche, Hausaufgaben

#### Literatur

- [1] Hösl, A; Ayx, R.; Busch, H.: Die vorschriftsmäßige Elektroinstallation (Wohnungsbau – Gewerbe – Industrie). VDE-Verlag, Berlin. 22. Auflage 2019. ISBN 978-3-8007-4709-2

- [2] Schultke, H.; Fuchs, M.: ABC der Elektroinstallation. VDE Verlag, Berlin. 15. Auflage, 2012 ISBN 978-3-8022-1055-6
- [3] Kiefer, G.; Schmolke, H.: VDE 0100 und die Praxis. VDE Verlag, Berlin. 17. Auflage, 2020. ISBN-13: 9783800752812
- [4] Europa Lehrmittel (Hrsg.): Schutz durch DIN VDE. Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten. 19. Auflage, 2019. ISBN-13: 978-3808537282
- [5] Fuest, K., Döring, P.: Elektrische Maschinen und Antriebe. Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2004. eBook ISBN 978-3-8348-9141-9
- [6] Fischer, R.: Elektrische Maschinen, Carl Hanser Verlag, München. 17. Auflage, 2017. ISBN: 978-3-446-45218-3

### 3.9 Automatisierungs- und Informationstechnik

|                         |                    |                                |              |
|-------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Orientierungsphase | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5            |
| <b>Angebot:</b>         | Jedes 2. Semester  | <b>Semester:</b>               | 3/4          |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine              | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Becker |

#### Aufbau

|                                                        | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung:<br>Portfolioprüfung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in    |
|--------------------------------------------------------|----|-----|-----|---------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------|
| Grundlagen der Automatisierungstechnik                 | 5  | 2   | V+Ü | K<br>120 Min                          | 30 h                | 45 h               | Prof. Becker |
| Grundlagen der Informations- und Kommunikationstechnik |    | 2   | V+Ü |                                       | 30 h                | 45h                | Prof. Becker |

#### Lernziele

##### **Grundlagen der Automatisierungstechnik**

Ziel dieses Teil-Moduls ist es, die grundlegenden Begriffe, Prinzipien und Zusammenhänge der Automatisierungstechnik im Kontext der Gebäude- und Energietechnik kennen und verstehen zu lernen. Die Studierenden wissen um die Bedeutung und den passenden Einsatz von Automatisierungstechnik für einen energieeffizienten und sicheren Betrieb von Anlagen, Gebäuden und Energiesystemen. Sie sind in der Lage die Möglichkeiten, aber auch Grenzen des Einsatzes von Automatisierungstechnik zu verstehen.

##### **Grundlagen der Informations- und Kommunikationstechnik**

Ziel dieses Teil-Modules ist es, die grundlegenden Begriffe, Prinzipien und Zusammenhänge der Informationstechnik im Kontext der zunehmenden Digitalisierung in der Gebäude- und Energietechnik kennen und verstehen zu lernen. Die Studierenden kennen die grundlegenden Prinzipien von Bus- und Kommunikationssystemen (z.B. ISO/OSI-Modell, IT- und Netzwerkstrukturen und -technologien). Sie kennen im Überblick die üblichen Kommunikationssysteme der Gebäude- und Energietechnik mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen für die verschiedensten Anwendungsfelder. Sie verstehen die Bedeutung eines zeitgemäßen Daten- und Informationsmanagements (z.B. für das Monitoring von Anlagen und Gebäuden).

#### Inhalte

Aufgaben der Automatisierungstechnik, Mess- und Sensortechnik, Stalleinrichtungen, Grundprinzipien der Informationstechnik, Analog- und Digitaltechnik, Bus- und Kommunikationssysteme, Energie- und Gebäudemanagement, Anlagen- und Energie-Monitoring, optimierte Betriebsführung mittels Automatisierung, Projektierung von Automatisierungssystemen, Automatisierung im Kontext von Industrie 4.0 und Digitaler Zwilling, Daten- und Informationsmanagement, , Demonstration am Technikum, Anwendungsbeispiele.

#### Methodik

Labor für Automatisierungstechnik ist integriert

## Literatur

- [1] Litz, L.: Grundlagen der Automatisierungstechnik. Regelungssysteme Steuerungssysteme – Hybride Systeme. Oldenbourg-Verlag, 2. A, 2012
- [2] Bindel, T.; Hofmann, D.: Projektierung von Automatisierungsanlagen, Vieweg+Teubner-Verlag, 2.1, 2012
- [3] Heimbold, T.: Einführung in die Automatisierungstechnik, Hanser-Verlag, 2015
- [4] León, F.: Messtechnik-Systemtheorie für Ingenieure und Informatiker, 10. A, 2015
- [5] Schnell, G: Bussysteme in der Automatisierungs- und Prozesstechnik: Grundlagen, Systeme und Anwendungen, Springer-Verlag, 9. A, 2019
- [6] Bollin (Hrsg.): Automation regenerativer Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden: Komponenten, Systeme, Anlagenbeispiele. Vieweg-Teubner, 1. A, 2009

## 3.10 Simulationstechnik

|                         |                    |                                |                    |
|-------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Orientierungsphase | <b>Leistungspunkte:</b>        | 5                  |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester     | <b>Semester:</b>               | 4                  |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine              | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Prof. Koenigsdorff |

### Aufbau

|                                   | LP | SWS | Art   | Prüfungsleistung | Kontaktstunden | Selbststudium | Dozent*in                            |
|-----------------------------------|----|-----|-------|------------------|----------------|---------------|--------------------------------------|
| Thermisch-energetische Simulation | 5  | 4   | V+S+L | Portfolioprüfung | 60 h           | 90 h          | Prof. Koenigsdorff/<br>Prof. Hofmann |

### Lernziele

Die Studierenden kennen grundlegende Methoden der thermisch-energetischen Simulation und einer zugehörigen Kontrollberechnung am Beispiel von Gebäuden inklusive ausgewählter gebäudetechnischer Komponenten zur thermischen Raumkonditionierung und Energieversorgung. Sie können mit einem Simulationsprogramm grundlegende thermisch-energetische Simulationen, Vergleiche und Optimierungen des thermischen Verhaltens sowie des Energiebedarfs von Gebäuden und deren Versorgungseinrichtungen auf einem einfachen Detailierungslevel durchführen und bewerten.

### Inhalte

- Einführung in Begriffe und Anwendungen der Simulationstechnik am Beispiel der thermisch-energetischen Simulation
- Relevante Gesetze, Verordnungen und DIN-Vorschriften
- Kontrollberechnung am Beispiel Gebäude-Energiebilanz (Monatsbilanzverfahren)
- Grundbegriffe der ingenieurwissenschaftlichen Systemtheorie, Anwendung von Ersatzschaltbildern zur Modellbildung thermisch-energetischer Systeme
- Grundlagen und Anwendung der thermisch-energetischen Gebäudesimulation (TEG) und der thermisch-energetischen Anlagensimulation (TEA):
  - o Systemgleichungen und Lösungsverfahren in der TEA
  - o Arbeiten mit einem Gebäude- und Anlagensimulationsprogramm (z. B. TRNSYS)
  - o Grundlegende Simulationsbeispiele (z. B. Speicher, Standard-Raummodell)
  - o selbsterstellte Simulationsbeispiele (Gebäude & gebäudetechnische Komponente)
- Ergebnisdarstellung und Auswertung (z. B. mit der Programmiersprache Python)

### Methodik

Vorlesung und Praktikum im Rechnerlabor/Simulationslabor (Arbeit mit Anwendungs- & Simulationssoftware), seminaristische Betreuung

### Prüfungsform

Die Portfolioprüfung besteht aus drei Portfolio-Prüfungselementen:

| Portfolio-Prüfungselement                | Bearbeitungsbeginn | Bearbeitungsende                            | Teilpunkte |
|------------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------|------------|
| <u>Studienarbeit Teil 1</u><br>Vorstudie | 1. VW              | in der Regel am:<br>Montag 12 Uhr der 6. VW | 20 Pkt.    |

|                                                    |                       |                                              |         |
|----------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------|---------|
| <u>Studienarbeit Teil 2</u><br>Individuelle Studie | i. d. R. in der 6. VW | in der Regel am:<br>Montag 12 Uhr der 14. VW | 30 Pkt. |
| <u>Klausur</u> (Dauer: 90 Minuten)                 | Wird bekanntgegeben   |                                              | 50 Pkt. |

(VW = Vorlesungswoche)

Eine Vorstellung von Zwischenergebnissen an einem verpflichtenden Präsenztermin während der Vorlesungszeit ist Teil der Studienarbeit.

Die Studienarbeit und die Klausur gelten als bestanden, wenn jeweils mindestens 40 % der Teilpunkte erbracht wurden. Für das Bestehen der Portfolioprüfung ist das Bestehen von allen drei Portfolio-Prüfungselementen notwendig. Wenn alle drei Portfolio-Prüfungselemente bestanden sind, wird die Modulnote aus der Gesamtsumme der Teilpunkte der drei Portfolio-Prüfungselemente ermittelt.

Bei Wiederholungsprüfungen der Portfolioprüfung werden bereits erbrachte Teilleistungen (Studienarbeit oder auch nur Teil 1 oder Teil 2 der Studienarbeit oder die Klausur) angerechnet.

Eine Abmeldung von der Portfolioprüfung, zu der der/die Studierende erstmalig angemeldet ist, ist ohne Angabe von Gründen bis zum Kalendertag vor der Abgabe der Vorstudie möglich (d. h. in der Regel bis zum letzten Sonntag vor der 6. Vorlesungswoche).

#### **Literatur**

- [1] Eigenes Vorlesungsskript
- [2] W. Feist: Thermische Gebäudesimulation, Verlag C. F. Müller, 1994
- [3] VDI 6020: Anforderungen an Rechenverfahren zur Gebäude- und Anlagensimulation: Blatt 1 (Gebäudesimulation), Mai 2001
- [4] VDI-Wärmeatlas, 11. & 12. Auflage, Springer Vieweg, Berlin, 2013 & 2019
- [5] DIN EN ISO 52016-1:2018-04 & DIN EN ISO 52017-1:2018-04, Beuth Verlag, Berlin, 2018
- [6] DIN V 18599 [12 Teile & 2 Beiblätter], Beuth Verlag, Berlin, 2010-2018
- [7] TRNSYS-Handbuch: [www.trnsys.de](http://www.trnsys.de)

### 3.11 Studienarbeit

|                         |                    |                                |                 |
|-------------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Orientierungsphase | <b>Leistungspunkte:</b>        | 10              |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester     | <b>Semester:</b>               | 4               |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine              | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Studiendekan*in |

#### Aufbau

|                                            | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in     |
|--------------------------------------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| Schwerpunktbezogene Studienarbeit          | 7  | 1   | S   | Stb              | 15 h                | 195 h              | Prof. Wengert |
| Themenbezogenes Wahlfach aus Wahlfachliste | 3  |     | V+Ü |                  |                     |                    |               |
| Lehrangebot aus Minor (Nebenfach)          |    |     |     |                  |                     |                    |               |

#### Lernziele

Die Studierenden erlernen ihre bisher erworbenen Fähigkeiten in einem für sie neuen Projekt mittlerer Komplexität einzusetzen. Präzise fachliche Kommunikation und gegenseitige Information (Gruppenarbeit), selbstständige Einarbeitung in Fachthemen und deren Analyse sowie fachliche Weiterentwicklung, schriftliche und mündliche Präsentation der Ergebnisse.

#### Inhalte

Die Projektinhalte können aus allen Bereichen der Energiesysteme und Gebäudeklimatik/ Gebäudetechnik stammen und sind in der Regel integrale Planungsaufgaben mit Vertiefungen in den verschiedenen Disziplinen wie Energieerzeugung und -versorgung, Bauphysik, Elektro- und Automatisierungstechnik, thermische Energiesysteme bis hinein in den Bereich der Lichttechnik oder Energiemanagementsystemen. Alle Projekte haben große Praxisrelevanz, zahlreiche Projekte werden in Kooperation mit Partnern aus Industrie, Kommunen oder Ingenieur- /Architekturbüros durchgeführt.

Alternativ zum originären Lehrangebot des Studiengangs kann hier auch ein Lehrangebot aus dem Nebenfach (Minor) eingebracht werden.

#### Methodik

Projektarbeit

#### Literatur

Themenspezifisch

## 4 Module Semester 5

### 4.1 Praxismodul

|                         |                |                                |               |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|---------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Praxis         | <b>Leistungspunkte:</b>        | 30            |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester | <b>Semester:</b>               | 5             |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine          | <b>Modulverantwortliche+r:</b> | Prof. Entress |

#### Aufbau

|                               | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in        |
|-------------------------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| Praktikum<br>(95 Präsenztage) | 24 | 2   | Pr  | Stu              | 30 h                | 720 h              | Prof.<br>Entress |
| Digitale<br>Planungswergzeuge | 3  | 2   | V+Ü | Stu              | 30 h                | 60 h               | LB               |
| 1. Laborpraktikum             | 3  | 2   | L   | Stu              | 30 h                | 60 h               | diverse          |

#### 4.1.1 Praktikum

##### Lernziele

Das Bearbeiten von Ingenieuraufgaben soll vor Ort Einblick in den technischen, organisatorischen und sozialen Aufbau eines Betriebes vermitteln und dazu beitragen, technisch-wissenschaftliche Zusammenhänge verstehen zu lernen.

##### Inhalte

Arbeiten an energietechnischen Ingenieuraufgaben unter speziellen Betriebsbedingungen und Anwenden von Problemlösungstechniken. Das Anwenden der im bisherigen Studium erworbenen Kenntnisse und Kompetenzen in der jeweiligen fachlichen und betrieblichen Praxis, sowie der Erwerb von Kenntnissen und Erfahrungen aus der jeweiligen fachlichen Praxis und das Erlernen und Erleben der Gesetzmäßigkeiten des wirtschaftlichen, rechtlichen und sozialen Betriebsgeschehens sowie das Einüben von sozialen und Schlüsselkompetenzen.

##### Methodik

Praxis

#### 4.1.2 Digitale Planungswerkzeuge

##### Lernziele

In der Veranstaltung Digitale Planungswerkzeuge wird der Umgang mit verschiedenen Anwendungsprogrammen der Technischen Gebäudeausrüstung eingeübt.

##### Inhalte

U-Wertberechnung EN ISO 6946, Wasserdampfdiffusion, Berechnung Gebäudeenergiebedarf DIN V 18599, Heizlastberechnung DIN 12831, Heizkörperauslegung, Kühllastberechnung VDI

2078/Simulation, Rohrnetzberechnung, Trinkwasserberechnung DIN 1988/DIN EN 806, Abwasserberechnung DIN EN 12056, Luftkanalberechnung

### **Methodik**

Vorlesung, Übung, Projektarbeit

### **Literatur**

Softwarespezifische Literatur und Handbücher Normen zu den Berechnungsverfahren

## **4.1.3 Laborpraktikum**

### **Lernziele**

In den angebotenen Laborpraktika werden die praxisnahe Anwendung sowie der Umgang und die Bewertung von realen Arbeits- und Messmethoden erlernt. Die quantitativen Analysen werden mit zuvor erlernten theoretischen Kenntnissen verknüpft und befähigen die Studierenden diese auch auf andere Anwendungen zu übertragen bzw. Optimierungs- und Planungsprozesse zu entwickeln. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Messungen zu planen, durchzuführen und diese in Form von (Mess-) Protokollen und Berichten zu dokumentieren, darzustellen und auszuwerten.

### **Inhalte**

Die Inhalte der Laborpraktika richten sich nach den angebotenen und belegten Praktika. Eine Übersicht verschiedener, derzeit angebotenen Laborpraktika ist dem Anhang dieses Moduls zu entnehmen.

### **Methodik**

Experimentelles und praktisches Arbeiten

## 5 Module Semester 6 und 7

### 5.1 Laborpraktikum

|                         |                |                                |                 |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|-----------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung     | <b>Leistungspunkte:</b>        | 6               |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester | <b>Semester:</b>               | 6/7             |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine          | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Studiendekan*in |

#### Aufbau

|                   | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in |
|-------------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| 2. Laborpraktikum | 6  | 2   | L   | Stu              | 30 h                | 60 h               | diverse   |
| 3. Laborpraktikum |    | 2   | L   | Stu              | 30 h                | 60 h               | diverse   |

#### Lernziele

In den angebotenen Laborpraktika werden die praxisnahe Anwendung sowie der Umgang und die Bewertung von realen Arbeits- und Messmethoden erlernt. Die quantitativen Analysen werden mit zuvor erlernten theoretischen Kenntnissen verknüpft und befähigen die Studierenden diese auch auf andere Anwendungen zu übertragen bzw. Optimierungs- und Planungsprozesse zu entwickeln. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Messungen zu planen, durchzuführen und diese in Form von (Mess-) Protokollen und Berichten zu dokumentieren, darzustellen und auszuwerten.

#### Inhalte

Die fachspezifischen Inhalte der verschiedenen Laborangebote sind im Anhang des Moduls 5.1 Laborpraktikum aufgeführt.

#### Methodik

Laborpraxis

#### Literatur

Laborspezifisch

### 5.1.1 Labor für Elektrische System – Elektrotechnik und Smart Grid

#### **Laborpraktikum Elektrische Gebäude- und Energiesysteme (G, E)**

##### **Lehrangebot**

- Vertiefung der Kenntnisse der Vorlesung Elektrische Gebäudeausrüstung, Anwendung der entsprechenden VDE-Vorschriften
- Praxisnahe Vermittlung der Grundlagen der Installationstechnik
- Einführung in die Messmethoden der elektrischen Installations- und Energietechnik, Umgang mit aufgabenspezifischen Messgeräten
- Messungen verschiedener Größen in elektrotechnischen Anlagen

##### **Lernziele**

- Gesamtübersicht Energieversorgung im Gebäude, Einspeisung und Verteilung elektrischer Energie im Gebäude
- Praktischer Umgang mit Messgeräten
- Konzeption von Versuchs-/Messaufbauten für elektrotechnische Anlagen: Drehfeldüberprüfung, Schutzleitermessung, Potentialausgleichsmessung
- Problembehebung bei der Versuchsdurchführung
- Verständnis für die Gefährdungspotenziale durch elektrischen Strom, Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag
- Verständnis für den Aufbau und Prüfverfahren in unterschiedlichen Netzsystemen (TN-, TT-, IT-System),
- Auswirkungen von Kurzschluss, Körperschluss, Erdschluss
- Funktion und Überprüfung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCD)
- Darstellung von Versuchs- und Messergebnissen
- Interpretation von Versuchs- und Messergebnissen
- Dokumentation, Übergabe- und Prüfbericht

#### **Laborpraktikum Elektrische Netze und Netzmanagement (E, D)**

##### **Lehrangebot**

- Windkraftanlagen mit DFIG
- Aufbau und Betrieb von Photovoltaikanlagen
- Energieerzeugung und Verteilung
- Wirk- und Blindleistungsmanagement
- Elektrische Netze
- Energiemanagement

##### **Lernziele**

- Verstehen der Funktionsprinzipien verschiedener Erzeuger und Verbraucher sowie deren Koppelung
- Stromtransporte, Netzschutz, Energiemanagement im Netz, Demand Side Response
- Rechnergestützte Auswertung von Versuchsdaten
- Problembehebung bei der Versuchsdurchführung
- Darstellung von Versuchs- und Messergebnissen
- Interpretation von Versuchs- und Messergebnissen

## 5.1.2 Labor für Raumluftechnik

### Laborpraktikum Raumluf- und Klimasysteme (G, E, D)

#### Lehrangebot

- Einführung in die Messmethoden der Klimatechnik
- Qualitative und quantitative Analyse von Raumlufströmungen
- Thermische Analysen von Gebäuden und Bauteilen mit Hilfe der Infrarot-Thermografie
- Messung von Behaglichkeitsprofilen in Räumen
- Validierung von RLT-Anlagen
- Bestimmen der Energieeffizienz von RLT Anlagen am Beispiel des SFP Wertes von Ventilatoren
- Wartung und Instandhaltung von Anlagen am Beispiel von RLT Anlagen mit RFID Technologie

#### Lernziele

Die Studierenden lernen anhand der Laborversuche:

- praktischen Umgang mit Messgeräten (Thermosonden, Anemometer, Druckmessgeber, etc.)
- praktischen Umgang mit IR-Kamera
- Rechner gestützte Auswertung von Messergebnissen
- Konzeption von Versuchs- und Messaufbauten für raumluf- und klimatechnische Aufgabenstellungen
- Problembehebung bei der Versuchsdurchführung
- Darstellung von Versuchs- und Messergebnissen
- Interpretation von Versuchs- und Messergebnissen

#### Voraussetzungen

Das Laborpraktikum kann nur in Kombination mit dem Wahlpflichtfach „Lüftungs- und Klimatechnik“ oder vergleichbaren Vorkenntnissen belegt werden.

### 5.1.3 Labor für MSR und Automatisierungstechnik

#### **Laborpraktikum Automatisierung (G, E, D)**

##### **Lehrangebot**

Im Labor für Automatisierungstechnik werden die Inhalte der Vorlesungen MSR-Technik sowie Automatisierungs- und Informationstechnik anhand von praktischen Laborversuchen vertieft. Das Praktikum gliedert sich in drei Themenfelder: Regelungstechnik, Steuerungstechnik und Bussysteme.

**Laborpraktikum 1:** Regelungstechnik (Simulation): Arbeiten mit dem regelungstechnischen Programmpaket WinFACT (Simulation), Reglerentwurf, Modellbildung und vergleichender Test von Reglern.

**Laborpraktikum 2:** Steuerungstechnik (Simulation) Arbeiten mit dem Programmiersystem CoDeSys nach IEC 61131, Anwendungsbeispiele: Steuerung eines Betriebstores, Steuerung einer Lüftungsanlage.

**Laborpraktikum 3:** Projektieren und Konfigurieren von Bussystemen, Anwendungsbeispiele: Realisierung einer Licht- und Jalousiesteuerung.

Für jedes Laborpraktikum ist ein Laborbericht zu erstellen, die anschließend in einem Kolloquium gemeinsam diskutiert werden.

##### **Lernziele**

Wiederholung und Vertiefung der Vorlesungsinhalte anhand von Laborpraktika.

Praktische Aspekte der MSR-Technik und Automatisierungs-/Informationstechnik verstehen lernen.

Auswertung und Darstellung von Mess- und Versuchsergebnissen.

## 5.1.4 Labor für Tages-Lichttechnik und solare Systeme

### **Laborpraktikum Tages-Lichttechnik und Beleuchtung (G)**

#### **Lehrangebot**

Messung und Simulation und Bewertung von Kunst- und Tageslichtsystemen.

Experimente zur visuellen Behaglichkeit mit Aspekten der Planung

#### **Lernziele**

- Charakterisierung von Lampen und Leuchten: lichttechnische Kenngrößen
- Blendungsbewertung und visueller Komfort
- Simulation von Räumen zur Kunst- und Tageslichtgestaltung
- Anwendung der durch Normen gegebenen Randbedingungen
- Praktischer Umgang mit verschiedenen Messinstrumenten der Lichttechnik, Bezug zur Wahrnehmung

## 5.1.5 Labor für Thermische Energiesysteme

### **Laborpraktikum Kälte- und Wärmepumpensysteme (G, E)**

#### **Lehrangebot**

Temperaturmessung

Wärmemengenmessung mit Wärmezählern (thermischen Energiezählern)

Versuch an einer Kleinkälteanlage

Regelung einer Kälteanlage

Betriebsverhalten einer erdgekoppelten Wärmepumpe

Betriebsverhalten eines Luft-Erdreich-Bodenabsorbers oder eines L-EWT

#### **Lernziele**

Die Studierenden lernen anhand der Laborversuche

- Versuche, Messungen und Auswertungen an realen Komponenten, Anlagen und Gebäuden durchzuführen
- Kälte- und Wärmepumpen-Systeme messtechnisch zu erfassen, energetisch zu beurteilen
- Regenerative thermische Energie zu erfassen und bewerten

### **Laborpraktikum Technikum und Hydraulik (G, E, D)**

#### **Lehrangebot**

Luftdichtheitsmessung

In-Situ-Bestimmung der Leistung thermoaktiver Bauteilsysteme

Thermal Response Test an einer Erdwärmesonde (D)

Pumpen- und Ventilkennlinien

Hydraulische Schaltungen

Hydraulischer Abgleich

#### **Lernziele**

Die Studierenden lernen anhand der Laborversuche

- das thermisch-energetische und dynamische Verhalten bauteilintegrierter und geothermischer Systeme zu verstehen und messtechnisch zu beurteilen
- die Luftdichtheit von Gebäuden zu messen
- Pumpen- und Ventilkennlinie messtechnisch zu erfassen
- Die Notwendigkeit eines hydraulischen Abgleichs in Bezug auf die Versorgungsgüte zu verstehen
- Verschiedene hydraulische Grundschaltungen praktisch zu untersuchen

### **Laborpraktikum Digitalisierung Thermischer Energiesysteme (G, E, D)**

#### **Lehrangebot**

Hydraulische Schaltungen

Hydraulischer Abgleich

Betriebsverhalten einer Großkälteanlage

Betriebsverhalten einer erdgekoppelten Wärmepumpe

Betriebsverhalten eines Luft-Erdreich-Bodenabsorbers

## **Lernziele**

Die Studierenden lernen anhand der Laborversuche

- Versuche, Messungen und Auswertungen an realen Komponenten und Anlagen durchzuführen,
- Kälte-, Wärmepumpen- und Hydraulik-Systeme messtechnisch zu erfassen und energetisch zu beurteilen
- digitale Messwerte für übergeordnete Regelstrategien zu verwenden
- die Nutzung digitaler Messdaten zur Erstellung und Überprüfung KI-basierter Blackbox-Modelle

## 5.1.6 Feldlabor regenerative Energiesysteme

### **Laborpraktikum Energiesysteme im Feld (E, D)**

#### **Lehrangebot**

Auswerten von Datensätzen realer Energieerzeugungsanlagen

- Photovoltaik
- Windkraft
- Biogas
- Kleinwasserkraft
- Verbraucher/MS-Netze

Analyse der Daten hinsichtlich verschiedener technischer Fragestellungen zu den jeweiligen Systemen

#### **Lernziele**

Verstehen der realen Funktionsabläufe und -prinzipien verschiedener regenerativer Energieanlagen und Verbraucher/Netze

Rechner gestützte Auswahl und Auswertung von Messdaten

Analyse und Bewertung von Versuchs- und Messergebnissen

Problembehebung bei der Versuchsdurchführung

Darstellung der Analyse von Versuchs- und Messergebnissen

## 5.2 Projektarbeit oder Fach aus anderen Studiengängen

|                         |                |                                |                 |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|-----------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung     | <b>Leistungspunkte:</b>        | 10              |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester | <b>Semester:</b>               | 6/7             |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine          | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Studiendekan*in |

### Aufbau

|                                   | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in |
|-----------------------------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| Vertiefende Projektarbeit         | 10 | 1   | S   | Stb              | 15                  | 285                | diverse   |
| Lehrangebot aus Minor (Nebenfach) | 10 |     |     |                  |                     |                    |           |

### Lernziele

Die Studierenden erlernen nach vier Hochschul- und einem Praxissemester, ihre bisher erworbenen Fähigkeiten in einem für sie neuen Projekt mittlerer bis gehobener Komplexität einzusetzen. Präzise fachliche Kommunikation und gegenseitige Information (Gruppenarbeit), selbstständige Einarbeitung in Fachthemen und deren Analyse sowie fachliche Weiterentwicklung, schriftliche und mündliche Präsentation der Ergebnisse.

Reale Projekte in der Gebäude- und Energietechnik erfordern fachliche Kompetenz und interdisziplinären Weitblick. Vor diesem Hintergrund ist das Verständnis anderer Fachrichtungen unabdingbar. Hierzu besucht der Studierende Vorlesungen aus anderen Studiengängen, gerne auch auf internationaler Ebene an Partnerhochschulen der HBC.

### Inhalte

#### **Projektarbeit**

Die Projektinhalte können aus allen Bereichen der Energiesysteme und Gebäudeklimatik/ Gebäudetechnik stammen und sind in der Regel integrale Planungsaufgaben mit Vertiefungen in den verschiedenen Disziplinen wie Energieerzeugung und -versorgung, Bauphysik, Elektro- und Automatisierungstechnik, thermische Energiesysteme bis hinein in den Bereich der Lichttechnik oder Energiemanagementsystemen. Die Inhalte der Vorlesungen der Module Ökonomie und Projektplanung und Ausführung sollen angewendet werden.

Alle Projekte haben große Praxisrelevanz, zahlreiche Projekte werden in Kooperation mit Partnern aus Industrie, Kommunen oder Ingenieur- /Architekturbüros durchgeführt.

#### **Fach aus anderen Studiengängen**

Anhand ausgewählter Fächer aus anderen Studiengängen soll über die eigenen Fachthemen hinaus das Verständnis und Wissen zu anderen Fachdisziplinen erweitert werden, um das inter- und transdisziplinäre Arbeiten zu unterstützen.

### Methodik

Abhängig von der jeweiligen Lehrveranstaltung

### Literatur

Themenspezifisch

Abhängig von der jeweiligen Lehrveranstaltung

## 5.3 Wahlpflichtmodul

|                         |                |                                |                 |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|-----------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung     | <b>Leistungspunkte:</b>        | 15              |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester | <b>Semester:</b>               | 6-7             |
| <b>Voraussetzungen:</b> | fachspezifisch | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Studiendekan*in |

### Aufbau

|                                        | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in |
|----------------------------------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| Fach aus dem<br>Wahlfachpflichtangebot | 3  |     | V+Ü |                  | 30                  | 60                 |           |

### 5.3.1 Auslegung TGA-Komponenten (G)

|                         |                                                   |                           |               |
|-------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------|---------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung                                        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3             |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester                                 | <b>Semester:</b>          | 6/7           |
| <b>Voraussetzungen:</b> | Heizungstechnik,<br>Hydraulik,<br>Lüftungstechnik | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Wengert |

#### Aufbau

|                           | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in     |
|---------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| Auslegung TGA-Komponenten | 2   | V+Ü | Stb              | 30 h                | 60 h               | Prof. Wengert |

#### Lernziele

Die Studierenden lernen Qualitätsmerkmale und projektierungsspezifische Aspekte wesentlicher Komponenten der Technischen Gebäudeausrichtung kennen und sind in der Lage die Komponenten auszuwählen und zu dimensionieren. Ziel ist die Kenntnis einschlägiger Berechnungsverfahren und ein Einblick in marktgängige Produkte. Auf dieser Wissensbasis sollen eigene Berechnungswerkzeuge digital erstellt werden.

#### Inhalte

Betrachtung von TGA-Komponenten unter den Aspekten: Aufbau, Funktion, Qualitätsmerkmale, Dimensionierung, effiziente Einbindung in das übergeordnete Gesamtsystem Gebäude. Exemplarische Komponenten aus den Bereichen Heizungs-, Lüftungs- und Sanitärtechnik. Vorstellung produktspezifischer Informationsquellen (Internet, Produktkataloge) und spezifische Berechnungsverfahren. Umsetzung der Berechnungsverfahren in digitale Werkzeuge.

#### Methodik

Vorlesung, Berechnungsübungen, Produktrecherche

#### Literatur

- [1] Albers, K.-J. (Hrsg.), Recknagel/Sprenger, Taschenbuch für Heizung- und Klimatechnik 2019/20, ITM InnoTech Medien, Kleinaitingen, 2020
- [2] Pistohl, W. et. al., Handbuch der Gebäudetechnik, Band 1 und 2, Bundesanzeiger Verlag, Köln, 2013/2016
- [3] Ihle, Claus et. al., Tabellenbuch Sanitär, Heizung, Klima/Lüftung, Bildungsverlag Eins, Köln, 2019
- [4] Produktspezifische Herstellerunterlagen

### 5.3.2 Automatisierung der Energiesysteme (E, D)

|                         |                                                   |                           |                  |
|-------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------|------------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung                                        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3                |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester                                 | <b>Semester:</b>          | 6/7              |
| <b>Voraussetzungen:</b> | Elektrische Netze, Grundlagen der Automatisierung | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Wachenfeld |

#### Aufbau

|                                    | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontaktstunden | Selbststudium | Dozent*in                     |
|------------------------------------|-----|-----|------------------|----------------|---------------|-------------------------------|
| Automatisierung der Energiesysteme | 2   | V+L | K<br>60 Min      | 30 h           | 60 h          | Prof. Wachenfeld/Prof. Becker |

#### Lernziele

Ziel dieses Teil-Moduls ist es, aufbauend auf den Grundlagen der Automatisierungstechnik sowie der Vorlesung „Elektrische Netze und Netzintegration“ die speziellen Anforderungen an die Automatisierung von Energiesystemen kennen und verstehen zu lernen. Die Studierenden sind in der Lage, anhand einfacher Anwendungsbeispiele den Aufbau energietechnischer Anlagen und Systeme zu verstehen. Des Weiteren wissen die Studierenden um die Bedeutung des Einsatzes von Automatisierungstechnik für einen energieeffizienten und sicheren Anlagenbetrieb in Verbindung mit Energiemanagement und unter Einsatz von Bus- und Kommunikationssystemen.

#### Inhalte

Aufbau des elektrischen Energieversorgungssystems; Netzbetrieb und Versorgungssicherheit; Aufbau der Verteilnetze; Netzführung; Netzschutz; Smarte Netze; Integration dezentraler erneuerbarer Erzeuger; Anwendungsbeispiele für Energiesysteme wie Windkraftanlagen, PV-Anlagen; Demonstration und Laborpraktika im Smart Grid Labor

#### Methodik

Skript, Seminarvortrag, zusätzliches Videomaterial, Vorlesung mit integrierten Übungen, Labor-Praktikumsversuch zur Demonstration einer Versorgungsaufgabe

#### Literatur

- [1] Buchholz, B.; Styczynski, Z.: Smart Grids. Grundlagen und Technologien der elektrischen Netze der Zukunft. VDE-Verlag, Berlin. 2. Auflage 2019. ISBN 978-3-8007-4748-1
- [2] Heier, S.: Windkraftanlagen. Systemauslegung, Netzintegration und Regelung. Springer Vieweg/Springer Fachmedien, Wiesbaden. 6. Auflage, 2018. ISBN: 978-3-8348-1426-5

### 5.3.3 Bauphysik und klimagerechtes Bauen (G)

|                         |                                |                           |              |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung                     | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3            |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester              | <b>Semester:</b>          | 6/7          |
| <b>Voraussetzungen:</b> | Bauphysik &<br>Energiebilanzen | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Gerber |

#### Aufbau

|                                          | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in    |
|------------------------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|--------------|
| Bauphysik und<br>Klimagerechtes<br>Bauen | 2   | V+Ü | Stb              | 30 h                | 60 h               | Prof. Gerber |

#### Lernziele

Ziele sind das Verstehen und Erlernen der physikalischen Grundlagen, deren Anwendung auf Bauteile und Baukonstruktionen sowie der gebäudespezifischen praktischen und normativen Anforderungen und konzeptionellen Implikationen. Standardaufgaben aus den Bereichen winterlicher und sommerlicher Wärme- und Feuchteschutz werden am Ende der Veranstaltung beherrscht. Computergestützte Berechnungsverfahren werden erlernt und zur Analyse eingesetzt.

#### Inhalte

Einführung in die Anwendungen und Aufgabenfelder der Bauphysik: Verbindung zu den Grundlagen der Thermodynamik, Wärmedurchgang durch Bauteile, Wärmeleitung und Wärmedurchgang durch mehrschichtige (gedämmte) Bauteile, Einführung in zweidimensionale Wärmeleitung, Außenklima/ klimatische Randbedingungen; Innenklima/ thermische Behaglichkeit, Energie- und Leistungsbilanz von Gebäuden, Einführung in das dynamische Gebäudeverhalten, Bestimmung interner und externer Lasten, Sommerlicher/Winterlicher Wärmeschutz: Anforderungen und Nachweisverfahren, Technologien der passiven Kühlung & Integrale Gebäudekonzepte für klimagerechtes Bauen inkl. Demonstration von Berechnungs-/Simulationswerkzeugen, Feuchteschutz, Tauwasser auf und in Bauteilen, Einführung in Schlagregenschutz und Abdichtung, Lüftung und Luftdichtheit: Problematik, Anforderungen, Berechnung, konstruktive Umsetzung, natürliche Lüftung, Passive Solarenergienutzung, Baukonstruktionen unter bauphysikalischen Gesichtspunkten, Betrachtung klimatischer Gebäudekonzepte aus bauphysikalischer Sicht.

#### Methodik

Vorlesung, Anwendung von Berechnungs- und Simulationsprogrammen

#### Literatur

- [1] Ch. Zürcher, Th. Frank: Bauphysik: Bau und Energie, vdf Hochschulverlag, 4.Auflage 2014
- [2] Lohmeyer, Post, Bergmann: Praktische Bauphysik, Aktuelle Auflage
- [3] Bläsi, Bauphysik, aktuelle Ausgabe
- [4] Ggf. Krass, Mitransky, Rupp: Grundlagen der Bautechnik, 2013
- [5] Hausladen, Liedl: Klimagerecht Bauen: „Ein Handbuch“

### 5.3.4 Energiedatenmanagement/Monitoring (G, E, D)

|                         |                   |                           |              |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3            |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester | <b>Semester:</b>          | 6/7          |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine             | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Gerber |

#### Aufbau

|                                       | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in    |
|---------------------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|--------------|
| Energiedatenmanagement/<br>Monitoring | 2   | V+Ü | M<br>15 Min      | 30 h                | 60h                | Prof. Gerber |

#### Lernziele

Monitoring gilt als eine Schlüsseltechnologie zur Umsetzung der Energiewende. In diesem Submodul werden die Grundlagen des Monitorings als Teil des Energiemanagements vermittelt und an praktischen Beispielen demonstriert. Neben Programmierung und einfacher Softwareentwicklung werden auch die Grundlagen von Datenbanken, Datenmonitoring, Datenaufbereitung und Datenvisualisierung erlernt.

#### Inhalte

Die Vorlesung integriert Kompetenzen, die die Studierenden in den Grundlagenvorlesungen, etwa den Grundlagen der Digitalisierung, erworben haben. Die Inhalte im Einzelnen:

- Datenerfassung
- Bedeutung Energiedatenmanagement
- Konzepte Monitoring gegliedert nach Systemen
- Datenaufbereitung (Fehlende Werte, Ausreißer, ...)
- Ein- und mehrdimensionale Daten
- Architekturen verteilter Systeme
- Datenübertragung (Protokolle, Schnittstellen, ...)
- Speicherstrukturen mit großen Datenbeständen,
- Data Mining
- Codierung und Transformation von Daten
- Visualisierung von Datentypen
- Datensicherheit

#### Methodik

Praktische Übungen zu ausgewählten Verfahren

#### Literatur

- [1] H.P. Langtangen, A Primer on Scientific Programming with Python, Springer 2016
- [2] Jake VanderPlas, Data Science mit Python (mtp 2017)
- [3] VDI 6041: Facility-Management - Technisches Monitoring von Gebäuden und gebäudetechnischen Anlagen
- [4] Technisches Monitoring 2020: Technisches Monitoring als Instrument zur Qualitätssicherung
- [5] Wes McKinney: Python for Data Analysis (Oreily 2017)

### 5.3.5 Elektrische Netze und Netzintegration (E, D)

|                         |                     |                           |                  |
|-------------------------|---------------------|---------------------------|------------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung          | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3                |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester   | <b>Semester:</b>          | 6/7              |
| <b>Voraussetzungen:</b> | Elektrische Systeme | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Wachenfeld |

#### Aufbau

|                                       | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontaktstunden | Selbststudium | Dozent*in        |
|---------------------------------------|-----|-----|------------------|----------------|---------------|------------------|
| Elektrische Netze und Netzintegration | 2   | V+L | K<br>60 Min      | 30 h           | 60 h          | Prof. Wachenfeld |

#### Lernziele

Die Vorlesung bietet einen umfassenden Überblick über die wichtigsten Gebiete der elektrischen Energieversorgung. Schwerpunkte sind der Aufbau der Versorgungsnetze, Netzstrukturen und Netzebenen sowie Grundfunktionen elektrischer Übertragungssysteme. Die Studierenden kennen die Funktion, den Aufbau und das Ersatzschaltbild der wichtigsten Betriebsmittel im Netz und können die Grundfunktionen des Netzschutzes beschreiben. Sie erarbeiten Problemstellungen und Lösungen zur Netzintegration dezentraler Erzeugung auf Basis erneuerbarer Energien und können die wichtigsten Mechanismen der Netzregelung erläutern.

#### Inhalte

Grundlagen der Energieversorgung; Formen, Ebenen und Strukturen elektrischer Netze; Übertragung von elektrischer Drehstromleistung über Freileitungen und Kabel; Nachbildung von elektrischen Betriebsmitteln: Quellen, Transformatoren, Leitungen, Schaltanlagen; Betrieb von elektrischen Netzen: Fehler im Netz, Theorie der symmetrischen Komponenten, Kurzschlussberechnung, Lastflussberechnung, Sternpunktbehandlung; Schutzverfahren im Netz: Maximalstrom-Zeitschutz, Distanzschutz, Differentialschutz; Integration von dezentralen Erzeugern in elektrische Netze.

#### Methodik

Skript, Vorlesung mit integrierten Übungen, Hausaufgaben, Labor-Praktikumsversuch

#### Literatur

- [1] Oeding, D.; Oswald, B.: Elektrische Kraftwerke und Netze. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg. 8. Auflage, 2017. ISBN-13: 978-3-662-52702-3
- [2] Kasikci, I.: Projektierung von Niederspannungsanlagen, Hüthig&Pflaum Verlag, Heidelberg, 4. Auflage, 2018. ISBN-13: 978-3-810-10468-7
- [3] Kasikci, I.: Kompendium Planung von Elektroanlagen, Theorie, Vorschriften, Praxis, Springer-Vieweg, Berlin/Heidelberg. 3. Auflage, 2018. ISBN 978-3-662-56426-4
- [4] Kasikci, I.: Kurzschlussstromberechnung in elektrischen Anlagen nach DIN EN 60909-0 (VDE 0102). Expert-Verlag Tübingen. 6. Auflage, 2019, ISBN 978-3-838-55163-0
- [5] Crastan, V.: Elektrische Energieversorgung 1, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 4. Auflage, 2015. ISBN-13: 978-3-662-49020-4
- [6] Heuck, K.; Dettmann, K.; Schulz, D.: Elektrische Energieversorgung, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 9. Auflage, 2014. ISBN-13: 978-3-834-81699-3
- [7] Fachkunde Elektrotechnik, Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten. 32. Auflage, 2020. ISBN-13: 978-3-808-53791-6

### 5.3.6 Energetische Nutzung von Biomasse (E)

|                         |                   |                           |               |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|---------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3             |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester | <b>Semester:</b>          | 6/7           |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine             | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Entress |

#### Aufbau

|                                      | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in     |
|--------------------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| Energetische Nutzung<br>von Biomasse | 2   | V+Ü | M<br>15 Min.     | 30 h                | 60 h               | Prof. Entress |

#### Lernziele

Die Studierenden erwerben Systemkompetenz und fundiertes Fachwissen auf dem Gebiet der energetischen Biomassenutzung. Sie lernen wesentliche Grundlagen und Techniken zur thermochemischen und anäroben biogenen Umwandlung von Biomasse kennen. Die Studierenden sind in der Lage, die Umweltauswirkungen der Nutzung von Biomasse als Energieträger, beginnend vom Anbau der Biomasse bis zur Verwertung der Reststoffe, darzustellen und zu bewerten sowie das Potential von Biomasse für die zukünftige Energieversorgung zu beschreiben.

#### Inhalte

Definition und Charakterisierung von Biomasse; Grundlagen der Biomasse-Umwandlung (Verbrennung, Vergasung, Pyrolyse und Vergärung); Techniken der Biomasse-Nutzung; Anbau, Ernte und Lagerung von Biomasse; Emissionen und Abgasreinigung; Potential von Biomasse zur energetischen Nutzung und energiewirtschaftliche Einordnung

#### Methodik

Vorlesung mit Übungen

#### Literatur

- [1] M. Kaltschmitt, H. Hartmann, H. Hofbauer: Energetische Nutzung von Biomasse, Springer Verlag Heidelberg, 2009
- [2] V. Wesselak, T. Schabbach: Regenerative Energietechnik, Springer Verlag Heidelberg, 2009, ISBN 3-00-015389-6
- [3] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR): Leitfaden Bioenergie, 2005

### 5.3.7 Gebäudeautomation (G, D)

|                         |                                        |                           |              |
|-------------------------|----------------------------------------|---------------------------|--------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung                             | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3            |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester                      | <b>Semester:</b>          | 6/7          |
| <b>Voraussetzungen:</b> | Grundlagen der Automatisierungstechnik | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Becker |

#### Aufbau

|                   | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-stunden | Selbst-studium | Dozent*in    |
|-------------------|-----|-----|------------------|-----------------|----------------|--------------|
| Gebäudeautomation | 2   | V+L | Stb              | 30 h            | 60 h           | Prof. Becker |

#### Lernziele

Ziel des Moduls ist es, aufbauend auf den Grundlagen der MSR-Technik und Automatisierungstechnik die speziellen Anforderungen an Gebäudeautomationssysteme (GA-Systeme) kennen und verstehen zu lernen. Die Studierenden kennen die relevanten Normen und Richtlinien der Gebäudeautomation (GA) mit Raum- und Anlagenautomation sowie das übergeordnete GA-Management in Bezug auf die Planung und Ausführung in der Praxis. Die Studierenden sind in der Lage, anhand einfacher Anwendungsbeispiele das Gewerk Gebäudeautomation (Raumautomation, Anlagenautomation, GA-Management) zu planen. Des Weiteren wissen die Studierenden um die Bedeutung des Einsatzes von Gebäudeautomation für eine optimierte Betriebsführung in Verbindung mit Energie- und Gebäudemanagement und unter Einsatz von Bus- und Kommunikationssystemen.

#### Inhalte

Aufgaben der Gebäudeautomation, Historische Entwicklung, Von GA 1.0 zu GA 4.0, Besonderheiten der Mess- und Stelleinrichtungen für die Gebäudeautomation, Vertiefung Bus- und Kommunikationssysteme, Energie- und Gebäudemanagement, Planung Raumautomation, Planung Anlagenautomation, Vermaschte und höherwertige Regelungskonzepte, Energieeffizienz durch Gebäudeautomation, GA und BIM, Planungsübungen, Demonstration am Technikum, Anwendungsbeispiele.

#### Methodik

Laborpraktikum, Planungsübungen zu Raum- und Anlagenautomation

#### Literatur

- [1] Arbeitskreis der Professoren für Gebäudeautomation und Energiesysteme (Hrsg.): Regelungs- und Steuerungstechnik in der Versorgungstechnik. 8. Auflage, C.F. Müller-Verlag, 2017
- [2] Bollin (Hrsg.): Automation regenerativer Wärme- und Kälteversorgung von Gebäuden: Komponenten, Systeme, Anlagenbeispiele. Vieweg-Teubner, 1. A, 2009
- [3] Merz, H.; Hansemann, T.; Hübner, C.: Gebäudeautomation, Hanser-Verlag, 2.A, 2009
- [4] Heidemann, A.; Schmidt, P.: Raumfunktionen, TGA-Verlag, 1.A, 2012
- [5] Kranz, H.: BACnet Gebäudeautomation 1.12, cci Buch, 3.A, 2013
- [6] VDI 3813 – Blätter 1-3, Raumautomation, Beuth-Verlag
- [7] VDI 3814 – Blätter 1-6, Gebäudeautomation, Beuth-Verlag

### 5.3.8 Lüftungs- und Klimatechnik (G)

|                         |                   |                           |            |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3          |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester | <b>Semester:</b>          | 6/7        |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine             | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Floß |

#### Aufbau

|                               | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in |
|-------------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| Lüftungs- und<br>Klimatechnik | 2   | V+Ü | K 60 Min         | 30 h                | 60 h               | LB        |

#### Lernziele

Die Studierenden erlernen die physikalischen und technologischen Grundzüge, sowie die angewandten Methoden zur Be- und Entlüftung und zur Klimatisierung von Gebäuden unterschiedlichster Nutzungsarten. Die Auslegungs- und Berechnungsmethoden werden an konkreten Praxisbeispielen eingeübt und vertieft. Die Vorlesungen sind mit dem Laborpraktikum Raumluf- und Klimasysteme abgestimmt und stehen in unmittelbaren inhaltlichen und methodischen Zusammenhang.

#### Inhalte

- Bestimmung von Raumlasten
- Berechnung des notwendigen Luftbedarfs bei unterschiedlichen Nutzungsanforderungen
- Darstellung und Analyse von RLT-Prozessen mit Hilfe des h-x-Diagramms
- Darstellung von kanalgebundene und kanalungebundene Strömungsstrukturen in luftgestützten Klimasystemen
- Grundlagen der Raumlufthygiene

#### Methodik

Vorlesung und Übungen

#### Literatur

- [1] Recknagel et.al.; Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik, Oldenbourg Industrie Verlag, 2020
- [2] Seifert, J; Repetitorium Raumluftechnik, VDE Verlag, 2014
- [3] Skript

### 5.3.9 Vertiefung Hydraulik (G, E)

|                         |                                    |                           |            |
|-------------------------|------------------------------------|---------------------------|------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung                         | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3          |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester                  | <b>Semester:</b>          | 6/7        |
| <b>Voraussetzungen:</b> | Modul Thermische<br>Energiesysteme | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Floß |

#### Aufbau

|                      | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in  |
|----------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|------------|
| Vertiefung Hydraulik | 2   | V+L | M<br>15 Min      | 30 h                | 60 h               | Prof. Floß |

#### Lernziele

Der Studierende kennt und versteht die wesentlichen Bestandteile von hydraulischen Systemen und ist in der Lage die Komponenten zu dimensionieren.

#### Inhalte

Anforderungen thermischer Energiesysteme an die Hydraulik, Hydraulische Schaltungen und Anwendungsbeispiele, Verteiler, Hydraulische Weiche, Pumpenauslegung und optimierte Regelungsstrategien, Ventilauslegung (KVS –Wert, Ventilautorität, Ventilkennlinie, Wärmeübertragerkennlinie, Streckenkennlinie), Störungen und Probleme in der Hydraulik, Erstellen einfacher hydraulischer Konzepte.

#### Methodik

Vorlesung mit integrierten Übungen und Laborversuchen

#### Literatur

- [1] Roos, H.: Hydraulik der Warmwasserheizung, Oldenburg Verlag München Wien
- [2] Reinhold, C.: Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik, Vogel Buchverlag

### 5.3.10 Windkraftwerke (E)

|                         |                   |                           |               |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|---------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3             |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester | <b>Semester:</b>          | 6/7           |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine             | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Entress |

#### Aufbau

|                | SW<br>S | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in     |
|----------------|---------|-----|------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| Windkraftwerke | 2       | V+Ü | Stb              | 30 h                | 60 h               | Prof. Entress |

#### Lernziele

Die Studierenden erwerben Systemkompetenz und fundiertes Fachwissen auf dem Gebiet der Windkraftnutzung. Vom Wandler bis zum Gesamtsystem wird die Fähigkeit erlernt, Systeme und Anwendungen zu bewerten und zu bilanzieren, Anlagen bzw. Windparks überschlägig zu projektieren und das Potential der Windkraft für die zukünftige Energiebereitstellung zu bewerten.

#### Inhalte

Entstehung von Wind; Standorteinflüsse; Messung der Windgeschwindigkeit; Ertragsermittlung; Bauarten und Komponenten von Windkraftanlagen; Standortauswahl, Planung, Genehmigung; Wartung und Instandsetzung, Zustandsüberwachung; Potential der Windkraftnutzung

#### Methodik

Vorlesung, begleitendes Seminar zur Windparkplanung

#### Literatur

- [1] R. Gasch, J. Tvele: Windkraftanlagen, Vieweg + Teubner Verlag, 2011
- [2] S. Heier: Windkraftanlagen: Systemauslegung, Netzintegration und Regelung, Vieweg + Teubner, 2009
- [3] J. Böttcher: Handbuch Windenergie: Onshore-Projekte: Realisierung, Finanzierung, Recht und Technik, Oldenbourg-Verlag, 2013

## 5.4 Wahlfachmodul

|                         |                |                                |                 |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|-----------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung     | <b>Leistungspunkte:</b>        | 15              |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester | <b>Semester:</b>               | 4/6/7           |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine          | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Studiendekan*in |

### Aufbau

|                                              | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in |
|----------------------------------------------|----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| Wahlfach aus<br>Wahlfachliste                | 3  |     | V+Ü |                  | 30                  | 60                 |           |
| Fach aus anderen<br>Studiengängen /<br>Minor |    |     |     |                  |                     |                    |           |

### 5.4.1 Akustik und Schallschutz (G)

|                         |                   |                           |              |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3            |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7        |
| <b>Voraussetzungen:</b> |                   | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Gerber |

#### Aufbau

|                             | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in |
|-----------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| Akustik und<br>Schallschutz | 2   | V+Ü | Stb              | 30 h                | 60h                | LB        |

#### Lernziele

Die akustischen Grundlagen werden unter Beachtung der zugehörigen bau- und raumakustischen Anforderungen vermittelt.

#### Inhalte

Einführung in Akustik und Schallschutz: Grundlagen Wellen und Schwingungen, Luft- und Körperschall, schalltechnische und akustische Aufgaben im Gebäude, Schutz- und Planungsziele sowie Anforderungen, Luftschallschutz bei Innen- und Außenbauteilen, Trittschallschutz, Raumakustik, Einführung in akustische Prüf- und Messmethoden inkl. Vorführung, Sonderthemen (Baupraxis/Innenausbau, Flug- und Verkehrslärm)

#### Methodik

Vorlesung und Übungen

#### Literatur

- [1] Eva Veres, Wolfgang Fasold: Schallschutz und Raumakustik in der Praxis, Beuth 2015
- [2] Wolfgang M Willems, Kai Schild, Diana Stricker: Schallschutz: Bauakustik, Springer-Vieweg 2012
- [3] Ch. Nocke: Raumakustik im Alltag: Hören - Planen - Verstehen, Fraunhofer IRB 2014

## 5.4.2 Anlagen- und Systemsimulation (E)

|                         |                   |                           |                    |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3                  |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7              |
| <b>Voraussetzungen:</b> |                   | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Koenigsdorff |

### Aufbau

|                                  | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in                 |
|----------------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|---------------------------|
| Anlagen- und<br>Systemsimulation | 2   | S+L | Stu              | 30 h                | 60h                | Prof. Koenigsdorff/<br>LB |

### Lernziele

Aufbauend auf den im Modul Simulationstechnik erlernten Kenntnissen und Fertigkeiten erlangen die Studierenden exemplarisch einen vertieften Einblick in die thermisch-energetische Anlagensimulation (TEA) inkl. Sektorkopplung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen. Sie können mit einem Simulationsprogramm und zugehörigen Auswertewerkzeugen ein Anlagensystem der Energietechnik zur Versorgung eines Gebäudes simulieren und die Energieeffizienz sowie weitere Systemeigenschaften bewerten und optimieren.

### Inhalte

Einführung in die TEA (Vortrag/Vorlesung): Zweck, Möglichkeiten und Grenzen, Methoden (z. B. direkte und inverse Simulation)

Vertiefung der Anwendung eines Gebäude- und Anlagensimulationsprogramms (z. B. TRNSYS)

Erstellung von Anlagenmodellen durch Verknüpfung und Parametrisierung von Komponentenmodellen

Anwendung der TEA bei der Auslegung und Dimensionierung von Komponenten und Anlagen sowie zur Vorbereitung des Anlagenbetriebs.

Aufbereitung und Präsentation der Ergebnisse

### Methodik

Arbeit mit Anwendungs- & Simulationssoftware in Rechnerräumen/Simulationslabor, seminaristische Betreuung mit individueller Aufgabenstellung.

### Literatur

- [1] Kley, Chr.: Untersuchungen zur Steigerung der Eigenstromnutzung in EnergiePLUS-Gebäuden. Shaker Verlag GmbH, Düren, 2018. ISBN: 978-3-8440-6095-9
- [2] TRNSYS-Handbuch; [www.trnsys.de](http://www.trnsys.de)
- [3] Eigene Vorlesungsunterlagen
- [4] Veröffentlichungen und Berichte aus FuE-Projekten der HBC

### 5.4.3 Auslegung elektrischer Gebäudesysteme (G)

|                         |                           |                           |                  |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung                | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3                |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester         | <b>Semester:</b>          | 4/6/7            |
| <b>Voraussetzungen:</b> | Angewandte Elektrotechnik | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Wachenfeld |

#### Aufbau

|                                       | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontaktstunden | Selbststudium | Dozent*in        |
|---------------------------------------|-----|-----|------------------|----------------|---------------|------------------|
| Auslegung elektrischer Gebäudesysteme | 2   | V+L | Stb              | 30 h           | 60h           | Prof. Wachenfeld |

#### Lernziele

Die Vorlesung bietet einen Überblick über die wichtigsten Aspekte der Auslegung elektrischer Anlagen. Die Studierenden können anhand der zu erwartenden Kurzschlussströme Komponenten und Betriebsmittel der elektrischen Gebäudeausrüstung und -versorgung dimensionieren, Schutzmechanismen anhand der ermittelten Schleifenimpedanzen beurteilen und zulässige Leitungslängen überprüfen. Ein weiteres Ziel ist ein profunder Überblick über die gesetzlichen Bestimmungen und das notwendige Hintergrundwissen für die Planung und Auslegung elektrischer Anlagen im Gebäude.

#### Inhalte

Aufbau von Niederspannungsnetzen im Gebäude und in der Fläche; Auslegung von Niederspannungsschaltanlagen; Berechnung von symmetrischen und unsymmetrischen Kurzschlüssen; Dimensionierung von Transformatoren, Zuleitungen und Sammelschienen; Berechnung des Spannungsfalls; Auslegung und Überprüfung der Selektivität von Überstromschutzeinrichtungen; Blindstromkompensation; Übersicht über das zugrundeliegende Normenwerk

#### Methodik

Vermittlung von grundlegenden Informationen in Form einer Vorlesung, Skript, Bearbeitung einer komplexeren Fragestellung aus dem Gebiet der elektrischen Gebäudeausrüstung, Hausaufgaben und Seminarvortrag

#### Literatur

- [1] Hösl, A; Ayx, R.; Busch, H.: Die vorschriftsmäßige Elektroinstallation (Wohnungsbau – Gewerbe – Industrie). VDE-Verlag, Berlin. 22. Auflage 2019. ISBN 978-3-8007-4709-2
- [2] Schultke, H.; Fuchs, M.: ABC der Elektroinstallation. VDE Verlag, Berlin. 15. Auflage, 2012 ISBN 978-3-8022-1055-6
- [3] Kiefer, G.; Schmolke, H.: VDE 0100 und die Praxis. VDE Verlag, Berlin. 17. Auflage, 2020. ISBN-13: 9783800752812
- [4] Crastan, V.: Elektrische Energieversorgung 1, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 4. Auflage, 2015. ISBN-13: 978-3-662-49020-4
- [5] Heuck, K.; Dettmann, K.; Schulz, D.: Elektrische Energieversorgung, Springer Fachmedien, Wiesbaden, 9. Auflage, 2014. ISBN-13: 978-3-834-81699-3
- [6] Europa Lehrmittel (Hrsg.): Schutz durch DIN VDE. Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten. 19. Auflage, 2019. ISBN-13: 978-3808537282

#### 5.4.4 Baubiologie (G)

|                         |                   |                           |               |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|---------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3             |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 4. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7         |
| <b>Voraussetzungen:</b> |                   | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Hofmann |

##### Aufbau

|             | SWS | Art   | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in |
|-------------|-----|-------|------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| Baubiologie | 2   | V+Ü+L | Stb              | 30 h                | 60h                | N.N.      |

##### Lernziele

Die Studierenden lernen die wesentlichen Teilbereiche und Arbeitsmethoden der Baubiologie kennen und lernen die möglichen Auswirkungen von technischer Anlage und Systeme auf die Physiologie von Organismen zu verstehen sowie passende Vermeidungsstrategien und Sanierungsmaßnahmen auszuwählen und anzuwenden. Die Inhalte der Vorlesung werden durch experimentelle Praxisprojekte vertieft.

##### Inhalte

- Baubiologische Bewertungs- und Arbeitsmethoden
- Baubiologisch relevante Parameter des Raumklimas
- Ausbildung von Schall- und Infraschall
- Grundlagen elektrischer und magnetischer Gleich- und Wechselfelder
- Elektrische und magnetische Gleichfelder
- Grundlagen einer hygienischen Trinkwasserversorgung
- Mikrobiologische Verunreinigungen und Schimmelpilzbefall in Gebäuden
- Umweltradioaktivität

##### **begleitende Versuchsprojekte (Auswahl):**

- Langzeit-Messung der baubiologisch relevanten Luftqualitätsparameter in dauerhaft belegten Arbeits- und Wohnräumen
- Messungen des Frequenzspektrums im Schall- und Infraschall-Bereich in Schlafräumen
- Messung der VOC-Konzentrationen in unterschiedlich genutzten Räumen

##### Methodik

Vorlesung, Laborübungen

##### Literatur

- [1] Hartmann, F.; Baubiologische Haustechnik, VDE Verlag Berlin, 2015
- [2] Maes W. et. al.; Elektromog – Wohngifte – Pilze; Haug Verlag; 2003
- [3] Skript

### 5.4.5 BIM (D)

|                         |                   |                           |              |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3            |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7        |
| <b>Voraussetzungen:</b> |                   | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Gerber |

#### Aufbau

|     | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in |
|-----|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| BIM | 2   | V+Ü | Stb              | 30 h                | 60h                | LB        |

#### Lernziele

Erlernen der BIM-Methodik an Planungsbeispielen aus der Praxis mit dem Schwerpunkt Technische Gebäudeausrüstung.

#### Inhalte

Software und Schnittstellen, Datenmanagement, Projektstrukturierung und BIM-Prozess,

#### Methodik

Vorlesung, Übungen, Projektarbeit

#### Literatur

- [1] DIN SPEC 91400 „Building Information Modeling (BIM) - Klassifikation nach STLB-Bau, Beuth Verlag, Wiesbaden, 2017
- [2] ISO 16739 „Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries“, Genf, 2013, rev. 2018
- [3] Richtlinienreihe VDI 2552 „Building Information Modeling (BIM)“, Beuth Verlag, Berlin, 2018-2020
- [4] Van Treeck et al.; Gebäude.Techik.Digital, - Building Information Modeling, Springer-Vieweg Verlag, Wiesbaden, 2016

## 5.4.6 Brandschutz und Anlagensicherheit (G, E)

|                         |                   |                           |            |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3          |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7      |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine             | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Floß |

### Aufbau

|                                   | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in |
|-----------------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| Brandschutz und Anlagensicherheit | 2   | V+Ü | Stb              | 30 h                | 60h                | LB        |

### Lernziele

Der Studierende kennt und versteht die Schutzziele und kennt die Grundlagen des vorbeugenden Brandschutzes.

### Inhalte

Die Vorlesung gibt eine Einführung in den Bereich des Brandschutzes. Im Rahmen der Vorlesungen soll insbesondere der bauliche und anlagentechnische Brandschutz behandelt werden. Hierbei werden die Schutzziele des Brandschutzes, die Landesbauordnung und Musterbauordnung, die Möglichkeiten und Grenzen des abwehrenden Brandschutzes sowie das Brandverhalten von Baustoffen behandelt. Darüber hinaus wird der Feuerwiderstand von Bauteilen thematisiert. Dies geschieht einmal hinsichtlich des Raumabschlusses im Brandfall (Türen, Klappen und Schotte) und andererseits bzgl. Vorhandener elektrischer Anlagen. Im Zusammenhang mit dem anlagentechnischen Brandschutz werden noch Brandmeldeanlagen, Löschanlagen und Löscheinrichtungen sowie Rauch- und Wärmeabzugsanlagen besprochen.

### Methodik

Vorlesung mit integrierten Übungen

### Literatur

- [1] Battran, Lutz et. al., Brandschutzatlas, Verlag Rudolph Müller, Köln, 2020
- [2] Battran, Lutz, Einführung in den Vorbeugenden Brandschutz, Verlag Rudolph Müller, Köln, 2020
- [3] Geburtig, Gerd, Basiswissen Brandschutz, Beuth Verlag, Berlin, 2019
- [4] Normenreihe DIN 4102, Beuth Verlag, Berlin

## 5.4.7 Energetische Bewertung von Gebäuden (G)

|                         |                   |                           |                       |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3                     |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7                 |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine             | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof.<br>Koenigsdorff |

### Aufbau

|                                           | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in                  |
|-------------------------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|----------------------------|
| Energetische<br>Bewertung von<br>Gebäuden | 2   | S+L | Stu              | 30 h                | 60h                | Prof. Koenigsdorff /<br>LB |

### Lernziele

Übergeordnetes Lernziel des Moduls ist die Beherrschung grundlegender Methoden und Verfahren zur Bewertung der Energie- und Ressourceneffizienz von Gebäuden und Anlagen im Hinblick auf den Energieverbrauch und -bedarf.

Die Studierenden erlernen die Anwendung von Rechenmethoden zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden und deren technischen Anlagen sowie deren kritische Bewertung im Vergleich der Bedarfsberechnung zur Realität (Kalibrierung am Energieverbrauch).

### Inhalte

Die Studierenden erlernen die Anwendung von Rechenmethoden zur Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden und deren technischen Anlagen auf der Bedarfsebene im Vergleich zum realen Verbrauch (Kalibrierung) u.a. nach den für das GEG gültigen Normen und Verfahren, aber auch für Near-Zero-Energy-Gebäude (EU-Vorgaben). Normative und alternative energetische Bewertung von Gebäuden, insbesondere nach Passivhauspaket PHPP 9 und DIN 18599, mit entsprechender Softwareschulung sowie Bearbeitung von Grundlagen- und Anwendungsbeispielen am realen Objekt.

### Methodik

Arbeit mit Anwendungs- & Simulationssoftware in Rechnerräumen/Simulationslabor, seminaristische Betreuung, Studienarbeit, externe Referenten zu Spezialthemen

### Literatur

- [1] Div. Literatur der HBC-Bibliothek zum Thema,
- [2] Aktuelle Links in der Vorlesung
- [3] DIN V 18599: Energetische Bewertung von Gebäuden und zugehörige Normen
- [4] GEG – Gebäudeenergiegesetz 2020
- [5] Handbuch PHPP 8 und 9 (Bibliothek)

### 5.4.8 Digitalisierung der Prozesse (D)

|                         |                   |                           |                  |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|------------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3                |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7            |
| <b>Voraussetzungen:</b> |                   | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Wachenfeld |

#### Aufbau

|                                 | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in |
|---------------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| Digitalisierung der<br>Prozesse | 2   | V+Ü | M<br>15 Min      | 30 h                | 60 h               | LB        |

#### Lernziele

Kennenlernen der Prozesse eines Planungsbüros  
Digitalisierungspotenziale einschätzen und transparent machen  
Geschäftsmodellinnovationen von Dienstleistungsunternehmen verstehen  
Geschäftsmodelle kennenlernen und Tools anwenden können  
Potenziale von KI beurteilen können

#### Lerninhalte

Digitalisierung im Planungsbüro  
Digitalisierung auf der Baustelle  
Einführung Künstliche Intelligenz in der Planung sowie BIM  
Einführung Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik  
Geschäftsmodellinnovationen von Planungsbüros  
Methoden zur Innovierung von Geschäftsmodellen

#### Methodik

Vorlesung, seminaristische Arbeiten

### 5.4.9 Geschichte der Technik (G, E, D)

|                         |                   |                           |               |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|---------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3             |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7         |
| <b>Voraussetzungen:</b> |                   | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Entress |

#### Aufbau

|                        | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in     |
|------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| Geschichte der Technik | 2   | V+S | M 15 min         | 30 h                | 60h                | Prof. Entress |

#### Lernziele

Die Studierenden lernen ausgewählte Entwicklungslinien der Technik und deren Auswirkungen auf die Wirtschaft (Handwerk, Industrie), die Kultur und Zivilisation sowie auf die sozialen Strukturen kennen. Dabei werden insbesondere Themenbereich wie Gebäude, Mobilität, Energieversorgung und Veredelungsprozesse (technische Chemie) behandelt. Zudem werden die StudentInnen die historischen Wurzeln vieler technischen Entwicklungen kennenlernen.

#### Inhalte

- Meilensteine und Entwicklungen in der Bautechnik
- Entwicklungslinien der Energietechnik und Mobilität
- Geschichte des elektrischen Stroms
- Entwicklungen der Haus- und Gebäudetechnik
- Meilensteine der technischen Chemie
- ausgewählte Kapitel der Technikgeschichte (Luft- und Raumfahrt, etc.)

#### Methodik

Vorlesung, seminaristische Arbeiten, Exkursion

#### Literatur

- [1] Propyläen Technik Geschichte, Propyläen Verlag
- [2] Skript

## 5.4.10 Technologien geothermischer Energiegewinnung (G, E)

|                         |                   |                           |                       |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3                     |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 4. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7                 |
| <b>Voraussetzungen:</b> |                   | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof.<br>Koenigsdorff |

### Aufbau

|                                              | SWS | Art   | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in             |
|----------------------------------------------|-----|-------|------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|
| Technologien geothermischer Energiegewinnung | 2   | V+Ü+L | M<br>15 Min      | 30 h                | 60h                | Prof.<br>Koenigsdorff |

### Lernziele

Die Studierenden kennen die unterschiedlichen Typen oberflächennaher, mitteltiefer und tiefer geothermischer Systeme und deren Aufbau, wesentliche Komponenten sowie grundlegende geologische, technische und energetische Eigenschaften. Sie können geothermische Systeme mit Handrechenmethoden überschlägig bemessen und das bis dato im Studium erlernte anlagentechnische Wissen auf die geothermische Energieanlagentechnik anwenden.

### Inhalte

Einführung: Geothermie & Wärmepumpen im Kontext der Energiewende  
Grundlagen der geothermischen Energienutzung  
Auffrischung und Ergänzung: Wärmepumpen und Kältemaschinen  
Oberflächennahe geothermische Quellensysteme  
Mitteltiefe und tiefe geothermische Quellensysteme  
Nutzungssysteme geothermischer Energie – lokal und netzgebunden  
Geothermische Energiespeicher  
Übungen und Beispiele  
Messung im Geothermie Testfeld  
Besichtigung einer geothermischen Anlage (optional)

### Methodik

Vorlesung; Vortragsübungen sowie Übungs- und Planungsaufgaben zur eigenen Bearbeitung;  
Kurzexkursion (Anlagenbesichtigung); Laborversuch/Messung

### Literatur

- [1] VDI 4640, Blätter 1 - 5: Thermische Nutzung des Untergrunds
- [2] R. Koenigsdorff: Oberflächennahe Geothermie für Gebäude, Fraunhofer IRB Verlag, 2011
- [3] Leitfäden der Bundesländer zur Geothermie
- [4] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Tiefe Geothermie – Nutzungsmöglichkeiten in Deutschland, 3. Auflage, 2011
- [5] Stober & LFZG (Hsrg.): Tiefe Geothermie – Ein Handlungsleitfaden, Landesforschungszentrum Geothermie LFZG, 2017, [www.lfzg.de](http://www.lfzg.de)
- [6] Produktunterlagen diverser Hersteller

### 5.4.11 Vortragsreihe Gebäude, Energie, Digital (G, E, D)

|                         |                   |                           |            |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3          |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7      |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine             | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Floß |

#### Aufbau

|                                               | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in  |
|-----------------------------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|------------|
| Vortragsreihe<br>Gebäude, Energie,<br>Digital | 2   | V+S | Stu              | 30 h                | 60h                | Prof. Floß |

#### Lernziele

Im Interesse einer praxisnahen Ausbildung gibt die Hochschule engagierten Industrieunternehmen und Büros die Möglichkeit, über technische Probleme und deren Lösungsmöglichkeit auf dem Gebiet der Gebäudetechnik/Gebäudeklimatechnik, Energietechnik sowie der Digitalisierung der Energie- und Gebäudetechnik zu referieren. Ziel dieser Veranstaltung ist es, den Studierenden Probleme und Aufgabenstellungen aus den weiten Bereichen der Gebäudeklimatechnik und Energiesysteme vorzustellen. Die Studenten sollen lernen die vorgestellten Probleme und Lösungsansätze kritisch zu beurteilen.

#### Inhalte

- Fassadentechnik
- Heiz- und Kühlsysteme
- Hydraulische Systeme
- Lüftungs- und Klimasysteme
- Regelungs- und Automationstechnik
- Facility Management
- Regenerative Energiesysteme
- Digitalisierung der Energie- und Gebäudetechnik

#### Methodik

Vorträge externer Referenten

#### Vorlesungsmaterial

Diverses Informationsmaterial der vortragenden Dozenten externer Firmen und Institutionen.

## 5.4.12 Einführung in das Maschinenlernen und KI

|                         |                   |                           |              |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3            |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7        |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine             | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Gerber |

### Aufbau

|                                                | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in       |
|------------------------------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| Einführung in das<br>Maschinenlernen<br>und KI | 2   | V+Ü | Stb              | 30 h                | 60 h               | Prof.<br>Gerber |

### Lernziele

Die Veranstaltung vermittelt konzeptionelle und praktische Grundlagen, welche die Anwendung von Methoden des maschinellen Lernens (ML) in unterschiedlichen Fachbereichen ermöglichen. Zu diesem Zweck werden Studierende im Vorlesungsteil mit den fundamentalen Abläufen, Techniken und Methoden des ML vertraut gemacht, welche anschließend in einem praktischen Übungsteil umgesetzt und angewendet werden. Die Übung beinhaltet außerdem eine praxisorientierte Einführung in die Programmiersprache Python.

### Lehrinhalte

Einführung in Grundlegende Konzepte des maschinellen Lernens: Aufbau einer ML-Pipeline und das CRISP-DM Modell, ML-Typen (supervised, unsupervised und reinforcement learning); Einführung in Methoden des supervised learnings; Evaluation und Auswertung von ML-Modellen; Datenvorverarbeitung; Python Grundlagen

### Methodik

Vorlesung mit separaten Übungsterminen (Tutorium)

### Vorkenntnisse

Mathematikveranstaltungen des Grundstudiums (lin. Algebra); Python vorteilhaft, wird aber im Tutorium auch auf Einsteigerniveau geübt.

### Literatur

In Abstimmung

### 5.4.13 Leistungselektronik (E)

|                         |                     |                           |                  |
|-------------------------|---------------------|---------------------------|------------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung          | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3                |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 4. Semester   | <b>Semester:</b>          | 4/6/7            |
| <b>Voraussetzungen:</b> | Elektrische Systeme | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Wachenfeld |

#### Aufbau

|                     | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontaktstunden | Selbststudium | Dozent*in               |
|---------------------|-----|-----|------------------|----------------|---------------|-------------------------|
| Leistungselektronik | 2   | V+L | K<br>60 Min      | 30 h           | 60 h          | Prof. Wachenfeld/<br>LB |

#### Lernziele

Die Vorlesung bietet einen Überblick über die wichtigsten Gebiete der Leistungselektronik. Die Studierenden kennen die wichtigsten Bauelemente der Leistungselektronik und deren Anwendung in verschiedenen Stromrichteranwendungen wie Frequenzumrichter für die Antriebstechnik oder Wechselrichter für dezentrale Erzeugungsanlagen. Sie verstehen den Unterschied zwischen netzgeführten und selbstgeführten Umrichter und können die Ursachen von Netzurückwirkungen durch leistungselektronische Komponenten erläutern.

#### Inhalte

Bauelemente der Leistungselektronik, Begriffe der Leistungselektronik, Netzgeführte Stromrichter, Wechsel- und Drehstromsteller, Selbstgeführte Stromrichter, Lastgeführte Wechselrichter, Umrichter, Wechselrichter, Stromrichteranwendungen, Netzgeräte, Frequenzumrichter, Netzurückwirkungen und EMV.

#### Methodik

Vorlesung mit integrierten Übungen, Laborpraktikum

#### Literatur

- [1] Specovius, J.: Grundkurs Leistungselektronik. Bauelemente, Schaltungen und Systeme. Springer Vieweg Verlag/Springer Fachmedien, Wiesbaden. 10. Auflage, 2020. ISBN 978-3-658-30398-3
- [2] Hagmann, G.: Leistungselektronik. Grundlagen und Anwendungen in der elektrischen Antriebstechnik. AULA-Verlag, Wiebelsheim. 6. Auflage, 2019. ISBN 978-3-89104-827-6

#### 5.4.14 Microcontroller-Anwendungen (D)

|                         |                  |                           |              |
|-------------------------|------------------|---------------------------|--------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung       | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3            |
| <b>Angebot:</b>         | nicht festgelegt | <b>Semester:</b>          | 4/6/7        |
| <b>Voraussetzungen:</b> |                  | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Gerber |

##### Aufbau

|                                | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in       |
|--------------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|-----------------|
| Microcontroller<br>Anwendungen | 2   | V+Ü | Stb              | 30 h                | 60h                | Prof.<br>Gerber |

##### Lernziele

die Anwendung von Mikrocontrollern beispielsweise für Automation, Sensorik und Monitoring war bis vor wenigen Jahren ein hochspezialisiertes Feld. Inzwischen steht leistungsfähige und einfach zu handhabende Hardware wie Arduino, ESP32, aber auch Einplatinencomputer wie Raspberry-Pi zur Verfügung. Softwareseitig stehen einfach anwendbare und gut dokumentierte Entwicklerwerkzeuge zur Verfügung. In diesem Submodul werden die Grundlagen dieser Technologien erlernt und angewendet.

##### Inhalte

Überblick Microcontroller (Funktionsweise, Familien, Anwendungen)  
Überblick Einplatinencomputer  
Entwicklungswerkzeuge (Platformio, Micropython, etc.)  
Kommunikation (MQTT, ...)  
Vernetzung  
Programmierung von Anwendungen

##### Methodik

Vorlesung mit integrierten Übungen

##### Literatur

- [1] <https://docs.platformio.org/en/latest/core/quickstart.html>
- [2] <https://esphome.io/>
- [3] <https://docs.micropython.org/en/latest/>

### 5.4.15 Sanitärtechnik (G)

|                         |                   |                           |            |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3          |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 4. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7      |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine             | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Floß |

#### Aufbau

|                | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in |
|----------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| Sanitärtechnik | 2   | V+Ü | Stb              | 30 h                | 60h                | LB        |

#### Lernziele

Auslegung der wesentlichen Komponenten Sanitärtechnischer Anlagen, Trinkwasser warm und kalt, Schmutzwasser, Regenwasser und Projektierung des jeweiligen Gesamtsystems unter Berücksichtigung der einschlägigen Normen und Vorschriften sowie der Integration in das Gebäude.

#### Inhalte

Planung von Sanitäranlagen, Wasserversorgung, Wasserhygiene, Hausanschlüsse, Ausstattung von Sanitärräumen, Gebäudeentwässerung, Regenwassernutzung, Löschanlagen

#### Methodik

Vorlesung, Berechnungsübungen

#### Literatur

- [1] DIN 1988, Technische Regeln für Trinkwasserinstallation, Beuth Verlag
- [2] DIN EN 806, Technische Regeln für Trinkwasserinstallation, Beuth Verlag
- [3] DIN EN 1717, Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen. Beuth Verlag
- [4] VDI 6023, Hygiene in Trinkwasserinstallationen, VDI Verlag,
- [5] DIN EN 12056, Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden, Beuth Verlag,
- [6] DIN EN 752, Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, Beuth Verlag
- [7] DIN 1986-100, Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke. Beuth Verlag
- [8] DIN 1989, Regenwassernutzungsanlagen, Beuth Verlag
- [9] DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser,
- [10] Feurich, H., Sanitärtechnik Band 1 und 2; Kramer Verlag, Düsseldorf, 2011

### 5.4.16 Sonderthemen Regenerativen Energiesysteme (E)

|                         |                   |                           |               |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|---------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3             |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 4. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7         |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine             | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Entress |

#### Aufbau

|                                                | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in     |
|------------------------------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| Sonderthemen<br>Regenerative<br>Energiesysteme | 2   | V+Ü | Stb              | 30 h                | 60h                | Prof. Entress |

#### Lernziele

Die Studierenden erlangen vertieftes Verständnis regenerativer Energiesysteme in Bezug auf Technik und Integration am Beispiel ausgewählter Systeme. Besonderer Wert wird auf den Systemaspekt gelegt.

#### Inhalte

Das Submodul dient als Plattform für die Behandlung regenerativer Energiesysteme unterschiedlicher Ausprägung wie Wasserkraft, Windenergie, Gezeitenenergie, Tiefe Geothermie, Solarstrom, Solarwärme und Biomasse. Die Systemkompetenz und Kenntnis der Technologien werden an ausgewählten Technologien vermittelt.

#### Methodik

Begleitende Laborversuche, Exkursionen, Umgang mit Planungswerkzeugen

#### Literatur

- [1] V. Quaschnig: Energiesysteme: Technologie - Berechnung – Simulation
- [2] V. Wesselak, T. Schabbach: Regenerative Energietechnik
- [3] V. Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz: Hintergründe - Techniken und Planung - Ökonomie und Ökologie – Energiewende
- [4] M. Kaltschmitt: Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte
- [5] Th. Bührke, Robert Wengenmayr: Erneuerbare Energie: Konzepte für die Energiewende
- [6] Literatur zu den Einzelthemen nach Bedarf

### 5.4.17 Sonderthemen Thermodynamik (G, E)

|                         |                   |                           |               |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|---------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3             |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 4. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7         |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine             | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Hofmann |

#### Aufbau

|                               | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in |
|-------------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| Sonderthemen<br>Thermodynamik | 2   | V+Ü | K 60 Min         | 30 h                | 60 h               | N.N.      |

#### Lernziele

Die Studierenden lernen die thermodynamischen und strömungsmechanischen Grundlagen thermischer Energieprozesse kennen. Sie sind in der Lage, Dampfkraftprozesse zu berechnen und zu analysieren. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, die Druck- und Temperaturverteilungen in kompressiblen Strömungen im Unter- und Überschallbereich zu berechnen und die Ausbildung von Verdichtungsstößen zu erklären. Des Weiteren sind sie in der Lage, wesentliche Aspekte für die Ausbildung und Struktur von Flammen hinsichtlich Funktionen und Abläufen eindeutig zu beschreiben.

#### Inhalte

- Thermodynamik und Zustandsänderungen von Wasser-Dampf-Gemischen
- Clausius-Rankine-Prozess als Vergleichsprozess für thermische Kraftwerke
- Grundgleichungen kompressibler Strömungen
- Ausströmvorgänge aus Behältern
- Strömungsvorgänge durch Laval-Düsen
- Ausbildung von Verdichtungsstößen
- Physikalisch-chemische Grundlagen der Verbrennung
- Struktur Phänomene von Flammen
- Einführung in die Verbrennungsrechnung

#### Methodik

Vorlesung und Übungen

#### Literatur

- [1] Cerbe, G., Wilhelms, G.: Technische Thermodynamik, Hanser Verlag, 2013
- [2] Skript

### 5.4.18 Speichertechnologie (G, E)

|                         |                   |                           |               |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|---------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3             |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 4. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7         |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine             | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Entress |

#### Aufbau

|                     | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in          |
|---------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Speichertechnologie | 2   | V+Ü | K 60 Min         | 30 h                | 60 h               | Prof. Entress / LB |

#### Lernziele

Die Studierenden lernen Technologien zur Speicherung in vorwiegend regenerativen Energieversorgungssystemen und deren Bedeutung in der Energiewirtschaft kennen. Sie erwerben Grundkenntnisse zur Auslegung, Dimensionierung und Betriebsführung von stationären und mobilen/automotiven Energiespeichersystemen. Sie eignen sich vergleichende Bewertungskompetenz für Speichersysteme im Hinblick auf Technik und Kosten über den Lebenszyklus an.

#### Inhalte

Grundlagen der mechanischen, elektromagnetischen, thermischen und (elektro-) chemischen Energiespeicherung und die Realisierung in Speichersystemen; Batterie- und Brennstoffzellentechnik; Wasserstofferzeugung und -speicherung; Bedeutung der Energiespeicherung und des Energiemanagements in der Elektromobilität; Gesamthafte Betrachtung unter dem Aspekt Nachhaltigkeit (Ökobilanz); Rohstoffverfügbarkeit und Recycling

#### Methodik

Vorlesung mit Übungen

#### Literatur

- [1] Sterner, Michael: Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration, 2014, Springer-Verlag GmbH, Berlin Heidelberg, 748 S 513 Abb.

### 5.4.19 Thermische Kraftwerke (E)

|                         |                   |                          |               |
|-------------------------|-------------------|--------------------------|---------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>  | 3             |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester | <b>Semester:</b>         | 4/6/7         |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine             | <b>Verantwortliche*r</b> | Prof. Entress |

#### Aufbau

|                       | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in          |
|-----------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Thermische Kraftwerke | 2   | V+Ü | M<br>15 Min      | 30 h                | 60 h               | Prof. Entress / LB |

#### Lernziele

Die Studierenden erwerben Systemkompetenz und fundiertes Fachwissen auf dem Gebiet der thermischen Kraftwerke. Vom Wandler bis zum Gesamtsystem wird die Fähigkeit erlernt, Systeme und Anwendungen zu bewerten und zu bilanzieren sowie Anlagen überschlägig zu dimensionieren.

#### Inhalte

Grundlagen der Kraftwerkstechnik, konventionelle Kraftwerke, solarthermische und Geothermie-Kraftwerke, Technologiebewertung hinsichtlich Effizienz, Regelbarkeit, Flexibilität bei Brennstoffeinsatz, Investitions- und Brennstoffkosten, Einsatzmöglichkeiten

#### Methodik

Vorlesung mit Übungen

#### Literatur

- [1] Energietechnik: Systeme zur Energieumwandlung. Kompaktwissen für Studium und Beruf; Richard Zahoransky, Vieweg+Teubner Verlag
- [2] Kraftwerkstechnik: Zur Nutzung fossiler, nuklearer und regenerativer Energiequellen; Karl Strauß, Springer Verlag

## 5.4.20 Thermoaktive Bauteilsysteme (G)

|                         |                   |                           |                    |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3                  |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 4. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7              |
| <b>Voraussetzungen:</b> | keine             | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Koenigsdorff |

### Aufbau

|                             | SWS | Art   | Prüfungsleistung | Kontakt-stunden | Selbst-studium | Dozent*in          |
|-----------------------------|-----|-------|------------------|-----------------|----------------|--------------------|
| Thermoaktive Bauteilsysteme | 2   | V+S+L | Stb              | 30 h            | 60 h           | Prof. Koenigsdorff |

### Lernziele

Die Studierenden sind mit den unterschiedlichen Typen thermoaktiver Bauteilsysteme (TABS) und deren konstruktiven, thermisch-energetischen, hydraulischen und regelungstechnischen Eigenschaften vertraut. Darüber hinaus sind sie in der Lage, thermoaktive Bauteilsysteme im Zusammenhang mit dem versorgten Gebäude und der zugehörigen Anlagentechnik auszulegen und zu planen.

### Inhalte

- Einführung: Typen, Bauarten und grundlegende Eigenschaften von TABS
- Normen für TABS
- Leistungsfähigkeit von TABS unter stationären und instationären Bedingungen
- Leistungsanforderungen an TABS
- Thermisch-energetische Auslegung und Bemessung inkl. dynamischer Verfahren (z. B. UBB-Verfahren)
- Hydraulische Auslegung und Planung von TABS
- Kombination mit Zusatzsystemen
- Entwurfs- und Ausführungsplanung von TABS
- Einbindung in LowEx-Systeme
- Planungsübung (Studienarbeit)
- Betriebserfahrungen, Praxisbeispiele
- Besichtigung eines Gebäudes mit TABS (optional)

### Besondere Methodik

Vorlesung; Seminaristische Bearbeitung der Studienarbeit (PVL); Übungen/Rechnerlabor

### Literatur

- [1] Koschenz, M.; Lehmann, B.: Thermoaktive Bauteilsysteme (tabs). Dübendorf: EMPA, 2000
- [2] Kalz, D.; Pfafferott, J.: Thermoaktive Bauteilsysteme. BINE Themeninfo I/2007, BINE Informationsdienst, Bonn, 2017
- [3] Tödtli, J.: TABS Control. Faktor-Verlag, Zürich, 2009
- [4] R. Koenigsdorff: Oberflächennahe Geothermie für Gebäude, Fraunhofer IRB Verlag, 2011
- [5] J. Pfafferott, D. Kalz, R. Koenigsdorff: Praxiserfahrungen und Anforderungen an thermoaktive Bauteilsysteme, Fraunhofer IRB Verlag, 2015
- [6] Kalz, D.; Koenigsdorff, R.: Nichtwohngebäude effizient heizen + kühlen. BINE Themeninfo II/2016, BINE Informationsdienst, Bonn, 2016
- [7] Produktunterlagen diverser Hersteller

### 5.4.21 Data-Science Methoden (D)

|                         |                   |                           |              |
|-------------------------|-------------------|---------------------------|--------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung        | <b>Leistungspunkte:</b>   | 3            |
| <b>Angebot:</b>         | jedes 2. Semester | <b>Semester:</b>          | 4/6/7        |
| <b>Voraussetzungen:</b> | Numerik           | <b>Verantwortliche*r:</b> | Prof. Gerber |

#### Aufbau

|                          | SWS | Art | Prüfungsleistung | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in    |
|--------------------------|-----|-----|------------------|---------------------|--------------------|--------------|
| Data-Science<br>Methoden | 2   | V+Ü | Stb              | 30 h                | 60 h               | Prof. Gerber |

#### Lernziele

Methoden des Data-Science gewinnen im Bereich der Gebäude- und Energiesysteme zunehmend an Bedeutung. In diesem Submodul werden die grundlegenden Methoden dieser allgemeinen Methodik kennengelernt und an Anwendungsbeispielen eingeübt.

#### Inhalte

- Extraktion von Wissen aus Daten: Grundlagen
- Analyseverfahren und Visualisierung von Ergebnissen
- Data-Mining-Methoden
- Einführung Maschinelles Lernen
- Anwendung der Methoden auf Beispiele

#### Methodik

Vorlesung mit Übungen

#### Literatur

Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung abhängig vom gewählten Fokus bekannt gegeben.

## 5.4.22 Fach aus anderen Studiengängen

### **Lernziele**

Anhand ausgewählter Fächer aus anderen Studiengängen soll über die eigenen Fachthemen hinaus das Verständnis und Wissen zu anderen Fachdisziplinen erweitert werden, um das inter- und transdisziplinäre Arbeiten zu unterstützen.

### **Inhalte**

Abhängig von der jeweiligen Lehrveranstaltung

### **Methodik**

Abhängig von der jeweiligen Lehrveranstaltung

### **Literatur**

Abhängig von der jeweiligen Lehrveranstaltung

## 5.5 Bachelorarbeit

|                         |                |                                |                 |
|-------------------------|----------------|--------------------------------|-----------------|
| <b>Abschnitt:</b>       | Vertiefung     | <b>Leistungspunkte:</b>        | 14              |
| <b>Angebot:</b>         | jedes Semester | <b>Semester:</b>               | 6/7             |
| <b>Voraussetzungen:</b> | fachspezifisch | <b>Modulverantwortliche*r:</b> | Studiendekan*in |

### Aufbau

|                                    | LP | SWS | Art | Prüfungsleistung: | Kontakt-<br>stunden | Selbst-<br>studium | Dozent*in           |
|------------------------------------|----|-----|-----|-------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Bachelorarbeit<br>(mit Kolloquium) | 12 |     | S   | Stb               |                     | 360 h              | fach-<br>spezifisch |
| Seminar zur<br>Bachelorarbeit      | 2  | 1   | S   | Stu               | 15 h                | 45 h               | LB                  |

### Lernziele

Die Studierenden erwerben die Fähigkeit des eigenständigen Arbeitens, ein Problem zu formulieren, zu lösen, zu dokumentieren und zu präsentieren.

### Inhalte

Im Kolloquium zur Bachelorarbeit erlernen die Studierenden durch seminaristische Anleitung, wie sie in ihrer Bachelorarbeit sich in ein Thema einarbeiten, einen Zeit- und Projektplan erstellen, eine Literaturrecherche durchführen, Lösungsvorschläge erarbeiten und bewerten sowie Lösungen umsetzen bzw. realisieren und eine wissenschaftliche Arbeit verfassen und präsentieren.

### Methodik

Seminaristisch