

# Master Energie- und Gebäudesysteme

## Modulhandbuch PO 6.1

Akkreditierung: 10.06.2021 (Freigabe PO 5)

Änderungssatzung: 29.02.2024 (Freigabe PO 6)

Änderungssatzung: 08.01.2025 (Freigabe PO 6.1)

Letzte Aktualisierung: 31.03.25

# Inhalt

Vorwort .....	4
Legende .....	5
1 Fundament-Module.....	6
1.1    Fundament-Modul 1.....	6
1.1.1    Seminar.....	7
1.1.2    Ingenieurmathematik.....	8
1.1.3    Modellbildung und Systemtheorie .....	9
1.2    Fundament-Modul 2.....	10
1.2.1    Grundlagenerweiterung .....	11
1.2.2    Unternehmensführung.....	12
2    Wahlfach-Module gegliedert nach Themengebieten .....	14
2.1    Module im Themengebiet Unternehmen und Management .....	14
2.1.1    Strategisches Management im Unternehmen .....	15
2.1.2    Kosten- und Prozessoptimierung .....	16
2.1.3    Nachhaltige Unternehmensführung.....	17
2.1.4    Marketing .....	18
2.2    Module im Themengebiet Energie- und Anlagentechnik .....	19
2.2.1    Kälte- und Wärmepumpentechnologie.....	20
2.2.2    Strömungs- und Multiphysics-Simulation .....	21
2.2.3    Automatisierungstechnik .....	22
2.3    Module im Themengebiet Gebäudeplanung und -konzeption.....	23
2.3.1    Integrale Planung und Gebäudebetrieb .....	24
2.3.2    Klimagerechtes Bauen.....	26
2.3.3    Planungsmethoden oberflächennaher Geothermiesysteme .....	27
2.4    Module im Themengebiet Klimaschutz und Energiewende .....	28
2.4.1    Systemintegration und Flexibilisierung erneuerbarer Energien .....	29
2.4.2    Systemtechnik für PV, Windkraft und Speicher .....	31
2.4.3    Solarisierung von Gebäuden und Prozessen .....	33
2.5    Module im Themengebiet Digitale Methoden und angewandte Numerik.....	34
2.5.1    Applied Data-Science.....	35
2.5.2    Maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz.....	36
2.5.3    Smart Grids und Smart Buildings.....	37
2.6    Module im Themengebiet Interdisziplinäres Angebot.....	38
2.6.1    Fächer aus anderen Studiengängen u. Internationalisierung .....	39
2.6.2    Fächer aus anderen Wahlfach-Modulen .....	40

2.6.3	Ringvorlesung Industrielle Innovationen .....	41
2.6.4	Bioökonomie und Anthropozän .....	42
2.6.5	Gründergarage .....	43
2.6.6	Teaching Assistant .....	44
3	Forschungsprojekt (FOPRO) .....	45
4	Masterarbeit.....	46

## Vorwort

Das Energiekonzept der Bundesregierung basiert auf den beiden Grundsätzen, die Energieeffizienz zu verbessern und erneuerbare Energien weiter auszubauen.

Der Masterstudiengang Energie- und Gebäudesysteme greift diesen Ansatz auf und bereitet im Themenfeld der Gebäude- und Energietechnik auf eine qualifizierte Berufstätigkeit als Ingenieur im konzeptionellen Bereich unter dem Aspekt einer zunehmenden Digitalisierung vor.

Die Studienrichtung Energie- und Gebäudesysteme beschäftigt sich mit den in den letzten Jahren stark zunehmenden ökologischen, energetischen und klimatischen Anforderungen für Planung, Bau und Betrieb von Gebäuden und energietechnischen Anlagen. Beispiele hierfür sind ganzheitliche Systembetrachtungen in Planung und Gebäudebetrieb sowie Bearbeitung von gewerkeübergreifenden Qualitätsfragen.

Der Studiengang baut konsekutiv auf dem Bachelorstudiengang Energie-Ingenieurwesen auf. Die Studierenden erwerben Kenntnisse, die in leitenden Positionen in der Planung, der Ausführung und der Bewirtschaftung von Gebäuden sowie bei Herstellern gebäudetechnischer oder energietechnischer Systeme, Anlagen und Komponenten relevant sind. Besonderer Wert wird auf den Erwerb wissenschaftlicher Methoden und Kompetenzen gelegt. Zudem werden Kompetenzen im Bereich der Unternehmensführung vermittelt.

## Legende

P	Portfolioprüfung
	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 ...).
	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
	Unbenotete Prüfungselemente bleiben bei der Ermittlung der Note unberücksichtigt.
	Ein „bestanden“ im nicht benoteten Prüfungselement ist jedoch Zugangsvoraussetzung (ZV) für die benotete Prüfungsleistung.
	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)
Ref	Referat
SWS	Semesterwochenstunde
LP	Leistungspunkt
PL	Prüfungsleistung
KS	Kontaktstunden
ES	Eigenstudium, Selbststudium
V	Vorlesung
Ü	Übung
S	Seminar
L	Laborpraktikum
LB	Lehrbeauftragte*r

# 1 Fundament-Module

Die Pflichtfach-Module des Masterstudiengangs dienen der Vermittlung von Basiskompetenzen, die für das weitere Studium und den Erwerb des Master-Grades für alle Studierende essentiell sind.

## 1.1 Fundament-Modul 1

**Modulverantwortliche\*r:** Studiendekan\*in      **Leistungspunkte:** 10  
**Angebot:** Jedes Semester bzw. jedes 2. Semester      **Semester:** 1/2  
**Voraussetzungen:** keine

### Aufbau

	LP	SWS	Art	Prüfungsleistung:	Kontaktstunden	Selbststudium	Dozent*in
Seminar	3	2	S	Stb	30 h	60 h	Studiendekan*in
Ingenieurmathematik	2	2	V+Ü	K 60 Min	30 h	30 h	Prof. Hofmann
Modellbildung und Systemtheorie	5	4	V+Ü+L	K 90 Min	60 h	90 h	Prof. Becker

### Übergeordnete Lernziele

- Schaffung einer im Rahmen eines Seminars selbstständig erworbenen fachlich-inhaltlichen Orientierung als Startpunkt und „Leitplanke“ für ein eigenständiges Master-Studium
- Erwerb von Kenntnissen, um selbstständig systematisch recherchieren und ein Fachthema wissenschaftlich-methodisch aufbereiten zu können
- Erwerb vertiefter ingenieurmathematischer Kenntnisse für die im Studiengang abgedeckten technischen und wissenschaftlichen Fachgebiete.
- Erwerb von Kenntnissen im Bereich Modellbildung und Systemtheorie zur Bearbeitung von Fragestellungen aus dem Fachgebiet

### 1.1.1 Seminar

#### **Lernziele**

Vertiefte Kenntnisse im Bereich der Informations- und Medienkompetenz

Im Rahmen der Seminararbeit wird ein Forschungsthema vorgestellt. Hierbei müssen neben der wirtschaftlichen Bedeutung der Stand der Technik und eine konkrete Aufgabenstellung herausgearbeitet und durchgeführt werden.

#### **Inhalte**

Jeder Masterkurs startet mit einem Seminar Energie- und Gebäudesysteme, in dem die Studierenden ausgehend von einem übergeordneten Leitthema individuelle Themen im Rahmen einer Studienarbeit bearbeiten und am Ende des Semesters in der gesamten Master-Gruppe vorstellen. Parallel bietet das Seminar die Möglichkeit, dass die Studierenden bereits ihr individuelles Projektthema für das Forschungsprojekt im zweiten Semester und mögliche Themen der abschließenden Master-Thesis, die i.d.R. zu einem aktuellen Forschungsprojekt durchgeführt werden, konkretisieren. Ziel des Seminars ist es daher auch, die Schwerpunkte und Einzelthemen für den weiteren Studienverlauf herauszuarbeiten. Gleichzeitig soll mit diesem Seminar methodisch-wissenschaftliches Arbeiten geübt werden. Am Ende der Veranstaltung sollen die Studierenden:

- sich gegenseitig einen Überblick über die vorgestellten, aktuellen Projektthemen verschaffen,
- die eigenen Neigungen und Fähigkeiten zur Bearbeitung der Projektthemen kennen,
- die für die Bearbeitung von Master-Projekten und Master Thesis erforderlichen methodischen und wissenschaftlichen Standards beherrschen und in einer eigenen Untersuchung (Vorprojekt) nachgewiesen haben, vorhandene Wissenslücken bzgl. eines exemplarisch gewählten Themas selbstständig in der Projektarbeit geschlossen haben, den Stand des Wissens zum untersuchten Thema so beherrschen und aufbereitet haben, dass die eigentliche Projektbearbeitung durch den Studierenden selbst oder eine andere Person beginnen kann.

#### **Methodik**

Seminar

#### **Literatur**

- [1] Franke, F.; Klein, A.; Schüller-Zwierlein, A.: Schlüsselkompetenzen –Literatur recherchieren in Bibliotheken und Internet
- [2] Stoetzer, M.-W.: Erfolgreich recherchieren
- [3] Esselborn-Krumbiegel, H.: Von der Idee zum Text –Eine Anleitung zum wissenschaftlichen Schreiben
- [4] Esseborn-Krumbiegel, H.: Richtig wissenschaftlich schreiben
- [5] Theisen, M. R.: Wissenschaftliches Arbeiten
- [6] Preißner, A.: Wissenschaftliches Arbeiten – Internet nutzen, Text erstellen, Überblick behalten
- [7] Thomas Joos: Planungsbuch für Microsoft-Netzwerke, Addison-Wesley (2006)
- [8] Peter Georg Stütze: Von der Immobiliendatenbank zum intelligenten Immobiliennetzwerk, Grin Verlag (2013)
- [9] Leibniz Universität Hannover/Wilhelm Noack: Word 2007 Wissenschaftliche Arbeiten, Herdt Verlag (2008)
- [10] Leibniz Universität Hannover/Wilhelm Noack: Excel 2013 Fortgeschrittene Techniken, Herdt Verlag (2013)
- [11] Detlef Ridder: Google SketchUp 8 Praxiseinstieg, mitp Verlag (2011)
- [12] Ralf Damaschke: GIMP automatisieren, freies Magazin (2010)

## 1.1.2 Ingenieurmathematik

### **Lernziele**

Die Studierenden erlernen wissenschaftliches und präzises Argumentieren und Schlussfolgern anhand der Grundlagen der Ingenieurmathematik und sind in der Lage, die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten der Ingenieurmathematik zu erkennen und zu nutzen. Die Pflichtvorlesung Ingenieurmathematik ist die vorbereitende Grundlagenvorlesung für die darauf aufbauenden Wahlveranstaltungen Numerik und Sonderthemen Ingenieur-mathematik.

### **Inhalte**

Die Studierenden kennen wichtige Konzepte und Elemente der numerischen Mathematik: u.a. Computerarithmetik, numerische Integrations- und Differentiationsmethoden oder numerische Methoden zur Lösung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen.

### **Methodik**

Vorlesung, Seminar

### **Literatur**

- [1] Burg/Haf/Wille: Höhere Mathematik für Ingenieure Band 1-5, Springer (1993)
- [2] Schwarz, Hans: Numerische Mathematik, Teubner (1993)
- [3] Törnig, Willi: Numerische Mathematik für Ingenieure und Physiker, Springer (1990)
- [4] Munz/Westermann: Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen, Springer (2012)
- [5] Lothar Papula: Mathematik für Ingenieure Band 1-3, Vieweg
- [6] Lothar Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler: Übungen, Vieweg
- [7] Fetzer/Fränkel: Mathematik Band 1-3, VDI



### 1.1.3 Modellbildung und Systemtheorie

#### Lernziele

In der Vorlesung Modellbildung und Systemtheorie sollen die Studierenden Methoden der Modellbildung und Systemtheorie kennen, verstehen und anwenden lernen. Dazu besteht das Modul aus einem Vorlesungs- und einem Praktikumsteil.

#### Inhalte

Der Vorlesungsteil umfasst:

- Einführung in die Systemtheorie
- Begriffe System, Prozess, Modell, Bilanzgrenze
- Beispiele für die systemische Betrachtungsweise in Wirtschaft, Gesellschaft, Ökologie, Wissenschaft und Technik
- Qualitative Beschreibung von Ursache-Wirk-Zusammenhängen
- Systemeigenschaften (linear, nichtlinear, Stabilität, Kausalität, stationär, dynamisch, mit/ohne Rückkopplung, mit/ohne Speicher)
- Systemtheorie und Kybernetik
- Grundlagen und Anwendungen der Modellbildung
- Systematische Vorgehensweise bei der Modellbildung (theoretisch, experimentell, Black-/White-Grey-Box-Modeling)
- Methoden der Modellbildung: induktiv, deduktiv, Analogiebetrachtungen, Bilanz- und Transportgleichungen, Entwicklungsschritte vom System über Ersatzmodelle und phänomenologische physikalische Betrachtungen zum Simulationsmodell
- Erstellen mathematischer Modelle, Strukturen und Konsistenz von Modellen, Linearisierung, Modellreduktion, Modellierungstiefe
- Analyse und Erstellen experimenteller Modelle, Identifikationsverfahren
- Hinweise zum Umgang mit analytischen und numerischen Lösungsmethoden

Im Praktikumsteil werden folgende Themen bearbeitet:

- Erstellung von Simulationsmodellen mit Softwarewerkzeugen (z. B. Matlab/Simulink, ...) bzw. eigener Programmierung
- Bearbeiten von Übungen und Anwendungsbeispielen (Schwerpunkt: Raum-/Gebäude-, Anlagen- und Regelungsmodelle) mit Hilfe von Softwarewerkzeugen (z. B. Matlab/Simulink, ...) bzw. eigener Programmierung

#### Methodik

Vorlesung, Übungen und Praktikum (Rechnerlabor)

#### Literatur

- [1] Dörner, D.: Die Logik des Misslingens, Strategisches Denken in komplexen Situationen, rororo science, 16. Auflage, 2013
- [2] Ossimitz, G; Lapp, C.: Das Metanoia Prinzip- Eine Einführung in systemgerechtes Denken und Handeln, Franzbecker, 2006
- [3] Kahlert, J.: Simulation technischer Systeme, Vieweg Verlag, Juni 2012
- [4] Scherf, H. Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme, Oldenbourg Verlag, 2009
- [5] VDI 6007 Blatt 1: Berechnung des instationären thermischen Verhaltens von Räumen und Gebäuden – Raummodell, Beuth Verlag, Berlin, 2015

## 1.2 Fundament-Modul 2

<b>Modulverantwortliche*r:</b>	Studiendekan*in	<b>Leistungspunkte:</b>	10
<b>Angebot:</b>	Unternehmensführung: jedes 2. Semester	<b>Semester:</b>	1/2
<b>Voraussetzungen:</b>	keine		

### Aufbau

	LP	SWS	Art	Prüfungsleistung	Kontakt- stunden	Selbst- studiu m	Dozent*in
Grundlagenerweiter- ung	5						Studiendekan *in
Unternehmensführung	5	3	V + S	M 30 Min	60 h	90 h	Prof. Wachenfeld/ LB

### Übergeordnete Lernziele

- Erwerb von Grundlagenwissen bzw. Erweiterung und Vertiefung des Fachwissens
- Erwerb von Grundkenntnissen und Grundfähigkeiten, um Probleme und Aufgaben, die im Rahmen von Tätigkeiten in bzw. mit Bezug zu einer Führungsaufgabe auftreten, wahrnehmen, einordnen, analysieren und bearbeiten zu können.

## 1.2.1 Grundlagenerweiterung

### **Lernziele**

- Schließen von fachlichen Lücken aus dem Bachelor-Studium in den Grundlagenfächern
- Erweiterung und Vertiefung des Fachwissens für Absolventen des Bachelor-Studiengangs Energieingenieurwesen sowie verwandter Studiengänge

### **Inhalte**

Grundlagenfächer nach Bedarf:

- u.a. Thermodynamik, Elektrotechnik, Wärmeübertragung, Strömungslehre, Hydraulik

### **Methodik**

Lehrform entsprechend belegter Lehrveranstaltung nach Absprache mit der\*m Studiendekan\*in

## 1.2.2 Unternehmensführung

### Lernziele

Ziel dieses Moduls ist die Vermittlung der Herausforderungen moderner Unternehmensführung aus Sicht der Mitarbeiter einerseits und der Geschäftsleitung andererseits. Die Studierenden verstehen die Kernpunkte und Methoden der Unternehmensführung aus leitender Tätigkeit (z.B. Teamleiter, Abteilungsleiter, Geschäftsführer) und können diese beurteilen. Darüber hinaus erhalten sie das Handwerkszeug für eine Existenzgründung. Durch den Einblick in die Arbeit von Personalabteilungen sowie Personalführung durch Vorgesetzte werden sie auf spätere Führungstätigkeiten vorbereitet.

### Inhalte

Die Vorlesung beinhaltet Erfahrungsberichte von Verantwortlichen (Geschäftsleitung und Projekt- bzw. Teamleitern) aus Planung, Bau und Betrieb von Gebäuden und Anlagen. Beispielhaft seien genannt:

- Aufbau und Führung eines Ingenieurbüros
- Führung einer Abteilung einer ausführenden Firma
- Führung einer Abteilung eines FM-Dienstleiters
- Führung eines Projektteams
- Führung einer Niederlassung

Dabei werden weiterhin folgende Aspekte diskutiert:

- Ausgewählte betriebswirtschaftliche Aspekte, z.B. Kalkulation von Projekten, Formen der Finanzierung, Controlling im Unternehmen, Marketing und Akquisition, usw.
- Ausgewählte rechtliche Aspekte, z.B. Arbeitsrecht, Steuerrecht, Rechtsformen der Planung, Baudurchführung und der FM- Dienstleistung.
- Ausgewählte organisatorische Aspekte, z.B. Fördern und Fordern von Mitarbeitern, Umgang mit Vorgesetzten und Geschäftsleitung,
- Unternehmensführung im nationalen und internationalen Umfeld

Der Seminarteil, moderiert durch einen Personalberater, liefert zusätzlich Beispiele und Rollenspiele zu typischen Fragestellungen und Situationen im Unternehmen, z.B.:

- Führen eines Einstellungsgespräches
- Führen eines Mitarbeitergesprächs
- Kommunikation von positiven (z. B. Stellenzusage, Beförderung etc. und weniger positiven Nachrichten (Kritikgespräch, Abmahnung, ...)
- Kommunikation einer Restrukturierung usw.

Dabei übernehmen die Studierenden sowohl die Mitarbeiter- als auch die Vorgesetztenrolle. In Gruppen werden ausgewählte Themen erarbeitet: z.B. Führen durch Ziele/Zielvereinbarung, Problemlösungsansatz nach PULS usw.

### Methodik

Vorlesung und Seminar

### Literatur

- [1] Bullinger, H.-J.; Spath, D.; Warnecke, H.-J.; Westkämper, E. (Hrsg.): Handbuch der Unternehmensorganisation, 3. Auflage, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2009. ISBN 978-3-540-72136-9
- [2] DIV Deutscher Ingenieur Verlag: Das Deutsche Ingenieur-Handbuch, Bonn: Verlag für die Deutsche Wirtschaft AG, 2004 ISBN 978-3-812-50553-6
- [3] Haberkorn, K.: Praxis der Mitarbeiterführung, 6. Auflage, Renningen: expert Verlag, 1988. ISBN: 978-3-816-91474-7
- [4] Jula, R.: Der GmbH-Geschäftsführer, 5. Auflage, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2019. ISBN: 978-3-662-59723-1

- [5] Kotter, J.; Rathgeber, H.: Das Pinguin-Prinzip, 3. Auflage, München: Droemer Verlag, 2017. ISBN: 978-3-426-27717-1
- [6] Rödel, S.; Wittemer, B.; Gesmann, K.: Existenzgründung, 2. Auflage, Landsberg a. L.: mvg-verlag, 1998. ISBN: 978-3-478-85060-5
- [7] Ryborz, H.: Mitarbeiter motivieren – aber richtig, Zürich: Oesch Verlag AG, 1992. ISBN 978-3-858-33415-2
- [8] Stein, A.; Nanska: Ich mache mich selbstständig!, München: Markt+Technik Verlag, 2001. ISBN: 978-3-827-25920-2
- [9] Schreyögg, G.; Koch, J.: Management, 8. Auflage, Wiesbaden: Gabler Verlag/Springer Fachmedien, 2005. ISBN: 978-3-658-26513-7
- [10]Warnecke, H.-J.: Die Fraktale Fabrik, 2. Auflage, Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, 1996. ISBN: 978-3-499-19708-6
- [11]Wöhe, Günter: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 26. Auflage, München: Verlag Franz Vahlen GmbH, 2016. ISBN 978-3-800-65000-2

## 2 Wahlfach-Module gegliedert nach Themengebieten

Die Wahlfach-Module des Masterstudiengangs dienen der Vermittlung von individuellen Fachthemen, die im weiteren Studium für eine fundierte Bearbeitung des Forschungsprojektes und der Masterarbeit und den Erwerb des Master-Grades essentiell sind.

### 2.1 Module im Themengebiet Unternehmen und Management

<b>Modulverantwortliche*r:</b>	Prof. Wachenfeld	<b>Leistungspunkte:</b>	0-15
<b>Angebot:</b>	jedes 2. Semester alternierend	<b>Semester:</b>	1/2/3
<b>Voraussetzungen:</b>	keine		

#### Aufbau

Module	LP	SWS	Art	Prüfungsleistung:	Kontakt - stunden	Selbst- studium	Dozent*in
Strategisches Management im Unternehmen	5	3	V+S	Stb	45 h	105 h	Prof. Wachenfeld
Kosten- und Prozessoptimierung	5	3	V+S	Stb	45 h	105 h	LB
Nachhaltige Unternehmensführung	5	3	V+S	Stb	45 h	105 h	Studiendekan*in
Marketing	5	3	V	K 90 min	45 h	105 h	Prof. Wachenfeld

#### Übergeordnete Lernziele

Ingenieurinnen und Ingenieure sehen sich in der beruflichen Praxis mit vielfältigen Themenstellungen weit jenseits der im Studium vermittelten, in der Regel technisch orientierten Grundlagen konfrontiert. Um auch eine betriebswirtschaftliche Betrachtungsweise unternehmensinterner Prozesse und Fragestellungen zu ermöglichen, die Studierenden auf strategische Fragestellungen ebenso vorzubereiten wie auf Themen nachhaltiger und wirtschaftlicher Unternehmensführung, werden in diesem Modul folgende Lernziele vermittelt:

- Strategische Ausrichtung von Unternehmen, Analyse und Bewertung von strategischen Optionen, Definition von Unternehmenszielen
- Konzepte einer marktorientierten Unternehmensführung, Tools des strategischen Marketings, Fragestellungen und grundlegenden Methoden der Marktforschung
- Rahmenbedingungen und Methoden der Beschaffung von Energie auf dem Markt, rechtliche und wirtschaftliche Strukturen in der Energiewirtschaft
- Unternehmensgründung, erfolgreiche Startups
- Definition von Projektzielen, Strukturierung und Prozessen, Erarbeitung von Projektplänen
- Wesentliche Aspekte des Controllings und Bedeutung der Kostenrechnung im Unternehmen

## 2.1.1 Strategisches Management im Unternehmen

### **Lernziele**

Ziel dieser Lehrveranstaltung ist die Vermittlung von Kenntnissen zur Entwicklung einer strategischen Unternehmensausrichtung im aktuellen Marktumfeld. Die Studierenden lernen die Handlungsfelder eines Strategieprozesses kennen und können unternehmerische Entscheidungen aus unterschiedlichen Perspektiven bewerten.

Die Studierenden erwerben die Kompetenz, Methoden zur strategischen Analyse anzuwenden und formulieren im Zuge der Lehrveranstaltung schrittweise eine Handlungsstrategie für ein (virtuelles) Unternehmen.

### **Inhalte**

Im Umfeld voranschreitender Globalisierung entscheidet die „richtige“ Strategie über den nachhaltigen Erfolg eines Unternehmens. Die Lehrveranstaltung gibt einen Überblick über die Elemente des Prozesses zur Strategieentwicklung und vermittelt anhand praktischer Beispiele geeignete Methoden für strategische Entscheidungen

- Strategische Handlungsfelder
- Analyse von Märkten, Umfeld und Unternehmen
- Formulierung einer Unternehmensstrategie
- Strategieimplementierung
- Evaluierung der Strategieumsetzung

Die Lehrveranstaltung wird durch Gastvorträge unterstützt.

### **Methodik**

Vorlesung und Seminar, Erstellung von Strategieberichten in Gruppenarbeit mit regelmäßigen Präsentationen der Zwischenergebnisse, Gastvorträge

### **Literatur**

- [1] Reisinger, S.; Gattringer, R.; Strehl, F.: Strategisches Management, München: Pearson Studium, 2017. ISBN: 978-3-868-94319-1
- [2] Müller-Stewens, G.; Lechner, C.: Strategisches Management. Wie strategische Initiativen zum Wandel führen, 5. Auflage, Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, 2016. ISBN: 978-3-791-03439-3

## 2.1.2 Kosten- und Prozessoptimierung

### Lernziele

Das Ziel der Vorlesung ist das Kennenlernen und Verstehen der Aufgaben und Anforderungen der Kosten- und Prozessoptimierung in Unternehmen. Die Studierenden erwerben die Kompetenz, ausgewählte Aspekte der Kosten- und Prozessoptimierung zu entwickeln und beispielhaft anzuwenden. Darüber hinaus wird in einer Studienarbeit die Fähigkeit, ausgewählte Aspekte der Kosten und Prozessoptimierung zu entwickeln und beispielhaft anzuwenden, vertieft.

### Inhalte

Vorlesungsteil:

- Grundbegriffe des Managements (Organisationsformen, Aufbau – und Ablauforganisation, Betriebsabläufe, Änderungsmanagement.)
- Einführung in die Organisationsstrukturen im Projektgeschäft mit typischen Prozessabläufen
- Grundbegriffe des Rechnungswesens (Buchführung, Kostenrechnung, Statistik, Budgetplanung)
- Kostenstellenrechnung (Kostenstellenliste, Kostenstellenarten, Kalkulationen)
- Darstellung der Kostenverteilung über den Lebenszyklus von Gebäuden
- Vorstellung von Optimierungsmethoden (z.B. Wertanalyse, Kaizen, Kanban) und Anwendungsbeispielen

Seminarteil:

- Hier werden Optimierungsbeispiele (gerne auch Vorschläge der Studenten) konkret ausgearbeitet.  
Als Vorlage dienen Projekte zum Prozess und Kostenmanagement von Gebäuden von der Planung bis zur Entsorgung mit Aufbau von Prozessstrukturen und den dazugehörigen Kostenstellen sowie dem Erkennen und Heben von Optimierungspotentialen.

### Methodik

Vorlesung, Seminar

### Literatur

- [1] Becker, Jörg / Kugeler, Martin / Rosemann, Michael (Hrsg.): Prozessmanagement, 2. Auflage, Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 2000
- [2] Hirzel, Matthias / Kühn, Frank / Gaida, Ingo (Hrsg.): Prozessmanagement in der Praxis, 2. Auflage, Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler | GWV Fachverlage GmbH, 2008
- [3] HOAI: Honorartabellenbuch mit RiFT Werten, Köln, Werner Verlag, 2013
- [4] Metzner, Steffen / Erndt, Antje: Moderne Instrumente des Immobiliencontrollings, 2. Auflage, Sternenfels:Verlag Wissenschaft & Praxis, 2006
- [5] Nida Rümelin, Julian: Die Optimierungsfalle, München: Irisiana Verlag, 2011
- [6] Pfnür, Andreas: Betriebliche Immobilienökonomie, Heidelberg: Physica Verlag, 2002
- [7] Tissberger, Tobias: Von der Prozeßkostenrechnung zum Prozeßmanagement, Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller e.K. und Lizenzgeber, 2007
- [8] Wagner, Karl W. / Patzak, Gerold: Performance Excellence, München: Carl Hanser Verlag, 2007
- [9] Willann,Thorben: Konzeptionelle Weiterentwicklung eines Prozessmanagementsystems, Bremen/Hamburg: CT Salzwasser Verlag GmbH & Ko. KG, 2007
- [10]Winkler, Walter / Fröhlich, Peter J.: Hochbaukosten – Flächen – Rauminhalte, 10. Auflage, Braunschweig/Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, 1998



## 2.1.3 Nachhaltige Unternehmensführung

### Lernziele

Nachhaltiges Wirtschaften wird als ganzheitliche Managementaufgabe verstanden, die mehrere Ziele miteinander verbindet. Die Wirkungen wirtschaftlicher Aktivität in Bezug auf die Nachhaltigkeitsdimensionen und deren Wechselwirkungen sowie die betroffenen Stakeholder können identifiziert werden. Den Strategien zum nachhaltigen Handeln können geeignete Maßnahmen zugeordnet und anhand von Vorzugsregeln bewertet werden.

### Inhalte

Die Vorlesung vermittelt einen Einblick in die Handlungsfelder einer nachhaltig orientierten Unternehmensführung ausgehend von den globalen Nachhaltigkeitszielen (SDG) und ethischen Aspekten. Dies betrifft insbesondere die Themen Umwelt, Soziales und Unternehmensführung (ESG). Darüber hinaus werden die Bedeutung und Durchführung der nicht-finanziellen Berichterstattung (CSR) und der zugrundeliegenden Regelungen vorgestellt.

- Produkte und deren Herstellung
- Lieferketten/Beschaffung
- Kreislaufwirtschaft
- Konsum und seine Auswirkung auf Umwelt und Klima
- Unternehmensführung und Nachhaltigkeitsmanagement

### Methodik

Vorlesung und Seminar, Erstellung einer vergleichenden Analyse in Kleingruppen, interaktive Elemente

### Literatur

- [1] Jacob, Michael: Grundlagen der Nachhaltigkeit –Interdisziplinäre Perspektiven, Springer Nature 2025.
- [2] Brüggemann, Stefan; Brüssel, Christof; Härthe, Dieter (Hrsg.): Nachhaltigkeit in der Unternehmenspraxis-Impulse für Wirtschaft und Politik, Springer Verlag 2018.
- [3] Mayer, Katja: Nachhaltigkeit: 125 Fragen und Antworten, 2. Auflage, Springer Gabler 2020
- [4] Pufé, Iris: Nachhaltigkeitsmanagement, Hanser Verlag 2012.
- [5] Hinrichs, Bernd: Nachhaltigkeit als Unternehmensstrategie. Roadmap für unternehmerische Nachhaltigkeit & Innovation, 2. Auflage, Hauffe Group, Freiburg Stuttgart München, 2023.
- [6] Vieweg, Wolfgang: Nachhaltige Marktwirtschaft. Die Soziale Marktwirtschaft des 21. Jahrhunderts, Springer Gabler 2024.
- [7] Mook, Patricia: SDGs im Mittelstand. Nachhaltigkeit in Unternehmen ganzheitlich umsetzen, Springer Gabler 2024.
- [8] Bak, Michael: Wirtschafts- und Unternehmensethik eine Einführung, Schäffer-Poeschel, Stuttgart 2024.
- [9] DIN ISO 26000 „Leitfaden zur gesellschaftlichen Verantwortung von Organisationen“– Ein Überblick. Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Bonn, 2011.

## 2.1.4 Marketing

Die Inhalte der Vorlesung sind dem Modulhandbuch des Bachelor-Studiengangs Betriebswirtschaftslehre mit Schwerpunkten (PO 4) unter Modul 15 Marketing zu entnehmen.

## 2.2 Module im Themengebiet Energie- und Anlagentechnik

**Modulverantwortliche\*r:** Prof. Floß                      **Leistungspunkte:** 0-15  
**Angebot:** jedes 3. Semester                      **Semester:** 1/2/3  
**Voraussetzungen:** keine

### Aufbau

Module	LP	SWS	Art	Prüfungsleistung:	Kontakt- stunden	Selbst- studium	Dozent*in
Kälte- und Wärmepumpentechnologie	5	3	V+S	M 20 Min	45 h	105 h	Prof. Floß
Strömungs- und Multiphysics-Simulation	5	3	V+S+L	Stb	45 h	105 h	Prof. Koenigsdorff
Automatisierungstechnik	5	3	V+S	Stb	45 h	105 h	Prof. Becker

## 2.2.1 Kälte- und Wärmepumpentechnologie

### Lernziele

Die Studierenden kennen die verschiedenen Methoden der Kälte- und Wärmeerzeugung. Sie wissen um deren prinzipielle Vor- und Nachteile und sind in der Lage, abhängig von den Randbedingungen der Praxis, die geeignetsten Verfahren anzuwenden.

Sie sind in der Lage, den Kaltdampfprozess sowohl für die Kälte- als auch für die Wärmepumpen-Anwendung energetisch zu optimieren. Hierzu kennen sie auch die Gefahrenpotentiale der verschiedenen Kältemittel und wissen diese entsprechend einzusetzen.

Im Hinblick auf die Systemoptimierung wissen die Studierenden die Kältemaschinen bzw. Wärmepumpen richtig in das hydraulische System einzubinden und geeignete Regelungsstrategien zu wählen.

### Inhalte

- Thermisch angetriebene Wärmepumpen / Kältemaschinen
- Mechanisch angetriebene Wärmepumpen / Kältemaschinen
- Optimierung des Kaltdampfmaschinenprozesses
  - o Kältemittel Überhitzung / Unterkühlung
  - o Innerer Wärmetauscher
  - o Heißgasauskopplung
  - o Mehrstufige Verdichtung / Entspannung
  - o Kaskadenschaltungen
  - o Trockene / Überflutete Verdampfer
  - o Wahl des Kältemittels
- Hydraulische Einbindung
  - o Notwendigkeit eines Pufferspeichers
  - o Serielle / parallele Einbindung
  - o DomT / RomT
- Regelungskonzepte
  - o Fühlerpositionierung
  - o Leistungsregelung
  - o Reduzierung der Taktung
  - o Tag- / Nachtabenkung
  - o PV-Eigenstromnutzung

### Methodik

Seminar, Übungen

### Prüfung

PVL: Übungsaufgaben

PL: Mündliches Kolloquium

### Literatur

- [1] Pohlmann, W.: Taschenbuch der Kältetechnik: Grundlagen, Anwendungen, Arbeitstabellen und Vorschriften, Berlin, 2013, VDE-Verlag, 21., überarb. und erw. Aufl., ISBN 978-3-8007-3393-4
- [2] Cube, H.L.: Lehrbuch der Kältetechnik. Band 1., Karlsruhe, 1997, C. F. Mueller-Verlag, 4., völlig überarb. Aufl., ISBN 978-3-7880-7509-5
- [3] Breidenbach, K.: Der Kälteanlagenbauer, Band 1: Grundkenntnisse, Berlin, 2012, VDE-Verl., 6., überarb. und erw. Aufl., ISBN 978-3-8007-3394-1
- [4] Breidenbach, K.: Der Kälteanlagenbauer, Band 2: Grundlagen der Kälteanwendung, Berlin, 2010, VDE-Verl., 5., neu bearb. und erw. Aufl., ISBN 978-3-8007-3243-2
- [5] VDI Berichte 1549: „Hydraulik in der Heiz- und Raumlufttechnik“, VDI Verlag Düsseldorf 2000

## 2.2.2 Strömungs- und Multiphysics-Simulation

### Lernziele

- Verständnis der mathematisch-physikalischen, EDV- und anwendungstechnischen Grundlagen der mehrdimensionalen (Strömungs- & Multiphysics-Simulation) in der Energie- und Gebäudetechnik sowie Gebäudeklimatik
- Anwendungspraktische Fähigkeit zur eigenständigen Bearbeitung eines Simulationsprojektes
- Kenntnis der Chancen und Herausforderungen der Simulation für Unternehmen(sgründungen)

### Inhalte

- Einführung in die Methoden, Werkzeuge und praktische Anwendung der Strömungssimulation (Computational Fluid Dynamics – CFD) & Multiphysics-Simulation in Energie- & Gebäudetechnik sowie Gebäudeklimatik
- Simulation als Geschäftsfeld und Gründungschance in Consulting und Softwareengineering
- Aktivierung benötigter Grundlagen aus dem Bachelor-Studiengang
- Bilanzgleichungen der CFD: Navier-Stokes-Gleichungen und Erhaltungsgleichungen für Masse und Energie
- Ergänzende Modelle & Systemgleichungen: Turbulenzmodelle, Wärme- und Strahlungsaustausch, natürliche Konvektion (Auftrieb), Randbedingungen, Rohrberechnung mit Pipe-Flow-Modul etc.
- Praktischer Umgang mit der numerischen Simulationssoftware: Vorstellung & Übungen
- Finite-Elemente- und Finite-Volumen-Verfahren; Problemlösung und Beurteilung der Lösungsqualität
- Grundlegende Simulationsbeispiele: Erläuterung und Vorführung eines Programmsystems, Einführungsübungen & Anwendungsbeispiele, Tests, Auswertung und Kontrolle sowie Vergleich mit bekannten Lösungen und Experimenten
- Anwendung (Studienleistung): eigenständige Bearbeitung eines individuellen Simulationsprojektes

### Methodik

Vorlesung, Seminar, Praktikum im SimLab, Kooperation mit der Innomeile der HBC

### Literatur & ergänzende Quellen

- [1] Herbert Oertel jr., Martin Böhle, Thomas Reviol: Strömungsmechanik. 7. Auflage; Vieweg+Teubner / Springer Vieweg, Wiesbaden, 2015
- [2] Eckart Laurien, Herbert Oertel jr: Numerische Strömungsmechanik. 6. Auflage; Vieweg+Teubner / Springer Vieweg, Wiesbaden, 2018
- [3] Stefan Lecheler: Numerische Strömungsberechnung. 4. Auflage; Vieweg+Teubner / Springer Vieweg, Wiesbaden, 2018
- [4] H. Schlichting, K. Gersten: Grenzschicht-Theorie. 9. Auflage; Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1997
- [5] ... zur verwendeten Software - Star-CCM+ bzw. COMSOL Multiphysics®:  
<https://www.plm.automation.siemens.com/global/de/products/simcenter/STAR-CCM.html>  
<https://www.comsol.de/>  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Multiphysics\\_simulation](https://en.wikipedia.org/wiki/Multiphysics_simulation)

## 2.2.3 Automatisierungstechnik

### Lernziele

- Verständnis von Einsatzmöglichkeiten konventioneller Regelungsverfahren (Zweipunkt, PID-Regler) vertiefen.
- Moderne Methoden der Steuerungs- und Regelungstechnik (Computational Intelligence, Advanced Process Control, Model Predictive Control) kennen und anwenden lernen.
- Hardware-in-the-Loop-Verfahren für den Test von Automationsgeräten kennen und verstehen lernen.
- Stellenwert der Automatisierungstechnik bzw. Gebäudeautomation für einen zuverlässigen und effizienten Gebäude- und Anlagenbetrieb kennen und verstehen lernen.
- Art und Umfang der Automatisierung von konventionellen und regenerativen Energiesystemen kennen und verstehen lernen.

### Inhalte

Die Studierenden sollen aufbauend auf den Grundlagen der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie Automatisierungs- und Informationstechnik höherwertige Methoden der Regelungstechnik kennen, verstehen und zum Teil anwenden können. Des Weiteren sollen die Studierenden die systematische Vorgehensweise beim Reglerentwurf und Reglertest mittels Verfahren des System Engineerings, Rapid Prototypings und Hardware-In-The Loop (HiL) Verfahren kennen und verstehen lernen.

Um die Vorlesungsinhalte besser verstehen und anwenden zu können besteht das Modul neben dem Vorlesungsteil aus einem Praktikumsteil, in dem die Studierenden vorgegebene Aufgabenstellungen individuell im Rahmen von Studienarbeiten bearbeiten.

Der Vorlesungsteil umfasst dabei die folgenden Inhalte:

- Konventionelle und moderne Methoden der Steuerungs- und Regelungstechnik in der Gebäude- und Energietechnik
- Übersicht zu Soft Computing (wissens- und lernbasierte Regelstrategien, Fuzzy Control, Neuronale Netze, Evolutionäre Strategien, Model Predictive Control (MPC), ...)
- Exemplarische Vertiefung zu ausgewählten Methoden (z.B. Fuzzy Control, MPC, ...)
- Grundlagen des Systems Engineering
- Einführung in die Methoden des Rapid Prototyping und Hardware in the Loop Methodik
- Ergänzend aktuelle Themen der Automatisierungstechnik (z.B., Energieeffizienz durch Gebäudeautomation, Monitoring mit Gebäudeautomation, GA und BIM, GA und Smart Grid...)

Praktikumsteil:

- Praktikum im Labor für Automatisierungstechnik zu ausgewählten höherwertigen Verfahren der Regelungstechnik (z.B. Fuzzy Control, MPC, ...)

### Methodik

Vorlesung, Praktikum

### Literatur

- [1] Nise, N.: Control System Engineering, John Wiley & Sons, 6. Ed. 2019
- [2] Ertel, W.: Grundkurs Künstliche Intelligenz; Eine praxisorientierte Einführung, Springer Vieweg, 4. A., 2016
- [3] Kramer, O.: Computational Intelligence: Eine Einführung, 2009
- [4] Burns, R: Advanced Control Engineering, Butterworth-Heinemann, 2001
- [5] Dittmar, R; Pfeiffer M.B.: Modellprädiktive Regelung, Oldenbourg Verlag, 2004
- [6] Dittmar, R.: Advanced Process Control: PID-Basisregelungen, Vermaschte Regelungsstrukturen, Softsensoren, Model Predictive Control, 2017

## 2.3 Module im Themengebiet Gebäudeplanung und -konzeption

**Modulverantwortliche\*r:** Prof. Wengert                      **Leistungspunkte:** 0-15  
**Angebot:** jedes 3. Semester                                      **Semester:** 1/2/3  
**Voraussetzungen:** keine

### Aufbau

Module	LP	SWS	Art	Prüfungsleistung: Portfolioprüfung	Kontakt- stunden	Selbst- studium	Dozent*in
Integrale Planung und Gebäudebetrieb	5	3	V+S	Stb	45 h	105 h	Prof. Wengert
Klimagerechtes Bauen	5	3	V+S	Stb	45 h	105 h	Prof. Gerber
Planungsmethoden oberflächennaher Geothermiesysteme	5	3	V+Ü+S+L	K 90 Min	45 h	105 h	Prof. Koenigsdorff

### Übergeordnete Lernziele

- Individuelle Vertiefung gebäudetechnischer Themen
- Fähigkeit zur Bearbeitung komplexer fachspezifischer Problemstellungen, Erarbeiten von Lösungen und Bewertung von Konzepten im Gesamtkontext des Systems Gebäude

## 2.3.1 Integrale Planung und Gebäudebetrieb

### Lernziele

- Vertiefte Kenntnisse wichtiger Planungsinhalte und Planungsprozesse der Technischen Gebäudeausrüstung/ Energiekonzeption/des Gebäudebetriebs und Verständnis für die wechselweisen Beziehungen der unterschiedlichen Aspekte
- Fähigkeit zur Definition wesentlicher Zielvorgaben und Umsetzung in konkrete Planungsschritte
- Kenntnis und Einübung in wesentliche Planungswerkzeuge der Technischen Gebäudeausrüstung/ Energiekonzeption/des Gebäudebetriebs, insbesondere im Hinblick auf eine Minimierung des Energieverbrauchs
- Team- und zielorientiertes Arbeiten im Sinne Integraler Planung

### Inhalte

Anhand eines ausgeführten Modellgebäudes soll die Fähigkeit zur Integralen Planung vertieft und das methodische Vorgehen eingeübt werden. Der Vorlesungsteil enthält eine Einführung in die Thematik des Integralen Planens und Bauens sowie die Vorstellung eines Modellobjekts. Im Seminarteil erfolgt die praktische Umsetzung in Gruppenarbeit. Jedes Team bearbeitet eine eigene Aufgabenstellung und führt diese in Kooperation mit den anderen Teams zu einer Gesamtlösung zusammen. Zwischenergebnisse werden regelmäßig im Plenum präsentiert und diskutiert. Eine optionale Exkursion ermöglicht am Modellgebäude einen Vergleich eigener Ansätze mit einer funktionsfähigen Lösung.

Wichtige Inhalte und Lernziele sind:

- Erarbeitung und Abstimmung des verbindlichen „Bausolls“ im Sinne einer Integralen Planung mit Berücksichtigung bauphysikalischer/technischer, sozialer, ökologischer und ökonomischer Aspekte
- Fähigkeit zur Definition wesentlicher Zielvorgaben und Umsetzung in konkrete Planungsschritte
- Vertiefte Kenntnisse wichtiger Planungsinhalte und Planungsprozesse der Technischen Gebäudeausrüstung/ Energiekonzeption/des Gebäudebetriebs und Verständnis für die wechselweisen Beziehungen der unterschiedlichen Aspekte
- Kenntnis und Einarbeitung in wesentliche Planungswerkzeuge der Technischen Gebäudeausrüstung/ Energiekonzeption/des Gebäudebetriebs, insbesondere auch im Hinblick auf eine Minimierung des Energieverbrauchs
- Team- und zielorientiertes Arbeiten im Sinne Integraler Planung
- Organisation und Terminplanung, Protokollierung
- Kenntnis und Beurteilung wesentlicher Revisionsunterlagen der TGA als Grundlage für einen störungsfreien Gebäudebetrieb
- Identifizierung wesentlicher Betriebsdaten zur Beurteilung des Betriebs von TGA

### Methodik

Vorlesung, Seminar, Projektarbeit im Team

### Literatur

- [1] Ackerschott H., Fröhlich U., Mühlenkamp C., Techn. Gebäudeausrüstung, Kommentar zur VOB Teil C ATV DIN 18379, 18380, 18381, Beuth Verlag, Berlin, 2018
- [2] Bauch U., Helbig W., Baustellenorganisation Band 3, R. Müller Verlag, Köln, 2004
- [3] DGNB System, Kriterien, DGNB, Stuttgart
- [4] Heidemann, Achim et al., Integrale Planung in der Gebäudetechnik, Springer-Verlag, Berlin, 2014
- [5] Langen W., Schiffers K.-H., Bauplanung und Bauausführung, Werner Verlag, München, 2005



- [6] Locher U und H., Koeble W., Frick W., Kommentar zur HOAI, Werner Verlag, München 2020
- [7] Dreesmann, Klaus et al., Das Baustellenhandbuch der Modernen Haustechnik, Forum Verlag, Mering, 2016.

## 2.3.2 Klimagerechtes Bauen

### Lernziele

- Kennlernen und Verstehen der Zusammenhänge zwischen Gebäudehülle und Gebäudetechnik unter unterschiedlichen klimatischen Randbedingungen.
- Vertieftes Verständnis von Komponenten der Gebäudehülle wie Fenster und Sonnenschutz
- Erstellen und Anwenden von stationären und instationären Energiebilanzen von Gebäuden
- Thermisch-dynamische Eigenschaften von Bauteilen und Gebäuden
- Einstieg in die Simulation des thermischen Verhaltens von Gebäuden

### Inhalte

Methodisch orientierte wissenschaftliche Vertiefung der Bauphysik und des Klimagerechten Bauens. Lernziel ist ein vertieftes Verständnis bauphysikalischer Zusammenhänge auf der Basis von analytischen Berechnungsverfahren und Simulationsmodellen.

Auswahl der Themenschwerpunkte:

- Modellierung des instationären Wärmetransports durch opake Bauteile
- Anforderungen und Optimierung von Gebäuden in verschiedenen Klimaregionen
- dynamische Gebäude- und Raummodelle
- gekoppelter Wärme- und Feuchtetransport
- Modellierung von Verglasungen und Sonnenschutzsystemen

### Methodik

Vorlesung, Seminar

### Literatur

- [1] P. Troege, Climate:Design: Design and Planning for the Age of Climate Change, 2010
- [2] P. Häupl, Bauphysik, Ernst und Sohn 2008
- [3] Ch. Zürcher, Th. Frank, Bauphysik, Bau und Energie, vdf Hochschulvlg, 2010
- [4] S.M. Winchip, Fundamentals of Lighting, 2010
- [5] R.H. Simons, A. R. Bean, Lighting Engineering, Architectural Press, 2001

### 2.3.3 Planungsmethoden oberflächennaher Geothermiesysteme

#### Lernziele

- Kenntnis der Grundlagen und Beherrschung der wichtigsten Systemtechniken und fortgeschrittener Planungsmethoden für oberflächennahe geothermische Energiesysteme und die zugehörige Anlagentechnik in Verbindung mit Gebäuden, gewerblichen und industriellen Verbrauchern sowie Energieversorgungssystemen
- Vertiefte Kenntnisse und Fähigkeiten in Grundlagen und Anwendung von Auslegungs- und Simulationsverfahren (thermisch-energetisch & hydraulisch) für oberflächennahe geothermische Quellensysteme in Abhängigkeit von den Bedarfsanforderungen, der Anlagentechnik und dem Untergrund

#### Inhalte

- Einführung und Begriffe der Geothermie & Geologie: Potenziale, tiefe und oberflächennahe Geothermie, Systeme und Anwendungen, Perspektiven
- Geologische Grundlagen: Aufbau und Wärmehaushalt der Erde und des oberflächennahen Erdreichs, Unterscheidung geothermisch relevanter Parameter des Untergrundes, wesentliche hydrogeologische Parameter
- Systeme zur Nutzung oberflächennaher geothermischer Energie: Brunnen, Luft-Erdreich-Wärmetauscher, Horizontalkollektoren, Erdwärmesonden; zugehörige Anlagentechnik
- Dynamischer Wärmehaushalt des Untergrundes: dynamische ein- und mehrdimensionale Wärmeleitung, Grundwasserströmung, mathematische Rechenverfahren
- Berechnungsmethoden: Kurzmethoden, Simulation mit analytischen Näherungslösungen, FE- und FV/FD-Verfahren, konduktive und konvektive Einflüsse (Wärmeleitung & Grundwasser)
- Anwendungswerkzeuge: Rechen- und Simulationsprogramme
- Planungssystematiken, Planungs- & Auslegungs-/Simulationsübungen
- Bearbeitung eines Projektes/einer Fragestellung der oberflächennahen Geothermie

#### Methodik

Vorlesung, Übungen, seminaristische Eigenarbeit, Praktikum im Rechnerlabor, ggf. Laborversuch/Messung

#### Literatur

- [1] R. Koenigsdorff: Oberflächennahe Geothermie für Gebäude. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2011
- [2] Eskilson, Per: Thermal Analysis of Heat Extraction Boreholes. Department of Mathematical Physics, University of Lund, Sweden, 1987, <https://www.buildingphysics.com/download/Eskilson1987.pdf>
- [3] Hellström, Göran: Ground Heat Storage: Thermal Analyses of Duct Storage Systems. Department of Mathematical Physics, University of Lund, Sweden, 1991, <http://lup.lub.lu.se/search/ws/files/6178678/8161230.pdf>
- [4] Richtlinie VDI 4640 - Thermische Nutzung des Untergrundes:  
Blatt 1: Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte (2010-06)  
Blatt 2: Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen (2019-06)  
Blatt 3: Unterirdische Thermische Energiespeicher (2001-06)  
Blatt 4: Direkte Nutzungen (2004-09)  
Blatt 5: Thermal Response Test (2020-07)  
Beuth Verlag, Berlin, 2001-2020

## 2.4 Module im Themengebiet Klimaschutz und Energiewende

<b>Modulverantwortliche*:</b>	Prof. Entress	<b>Leistungspunkte:</b>	0-15
<b>Angebot:</b>	jedes 3. Semester	<b>Semester:</b>	1/2/3
<b>Voraussetzungen:</b>	keine		

### Aufbau

Module	LP	SWS	Art	Prüfungsleistung: Portfolioprüfung	Kontakt- stunden	Selbst- studium	Dozent*in
Systemintegration und Flexibilisierung erneuerbarer Energien	5	3	V+S	Stb	45 h	105 h	Prof. Entress
Systemtechnik für die PV, Windkraft und Speicher	5	3	V+S	M 30 min	45 h	105 h	Prof. Wachenfeld
Solarisierung von Gebäuden und Prozessen	5	3	V+S	Stb	30 h	105 h	Prof. Gerber

### Übergeordnete Lernziele

- Erwerb von Verständnis für das sektorübergreifende komplexe Zusammenspiel von Energieerzeugung, Energieverteilung und Energienutzung
- Herausforderungen bei der Netzstabilität durch die zukünftig stark volatile Stromerzeugung kennen lernen
- Erwerb von Kenntnissen zur Bedeutung von regenerativ basierten virtuellen Kraftwerken und von ihnen erbrachten Systemdienstleistungen für die Systemstabilität
- Bedeutung des Wärmesektors in der Energiewende und Möglichkeiten seiner Transformation kennen und verstehen lernen
- Erwerb von Kenntnissen der ökonomischen Einordnung und von Marktrückwirkungen der regenerativen Stromerzeugung

## 2.4.1 Systemintegration und Flexibilisierung erneuerbarer Energien

### Lernziele

- Herausforderungen bei der Netzstabilität durch die zukünftig stark volatile Stromerzeugung mit Wind- und Solarenergie kennen und quantifizieren lernen
- Prognoseverfahren für Strom- und Wärmelasten sowie für fluktuierende Wind- und Solarstromerzeugung kennen und verstehen lernen
- Bedeutung von Systemflexibilitäten und virtuellen Kraftwerken für die Systemstabilität verstehen lernen
- Möglichkeiten zur Transformation des Wärmesektors kennen und verstehen lernen
- Verständnis für das Zusammenwirken der Sektoren Strom, Wärme und Mobilität (Sektorenkopplung) kennen und bewerten lernen
- Kostenentwicklung und Förderbedarf bei der regenerativen Stromerzeugung sowie Auswirkungen der regenerativen Stromeinspeisung auf Marktpreise kennen lernen

### Inhalte

- Zielsetzungen und Herausforderungen der Energiewende
- Potential der regenerativen Energien und Bedeutung der Sektoren Strom, Wärme und Mobilität
- Ermittlung und Interpretation der Residuallast von Stromnetzen
- Bedeutung der volatilen Einspeisung für die Stabilität der Stromnetze und Bedarf an Flexibilitäten
- Erbringung von Systemdienstleistungen mit regenerativen Einspeiseanlagen zur Netzstabilisierung
- Unterschiedliche Prognoseverfahren für die Ermittlung von Strom- und Wärmelasten sowie fluktuierender Wind- und Solarstromerzeugung
- Optionen für die Transformation des Wärmesektors
- Kopplung der Sektoren Strom, Wärme und Mobilität und ihre Bedeutung für die Energiewende
- Prädiktive Regler für Gebäude
- Kostenentwicklungen und Förderbedarfe bei der regenerativen Stromerzeugung
- Auswirkungen der regenerativen Stromerzeugung auf den Strommarkt am Beispiel

### Methodik

Vorlesung, Übung, seminaristische Eigenarbeit

### Literatur

- [1] EWI, Prognos AG: Energiereport IV - Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030, Energiewirtschaftliche Referenzprognose, Köln, Basel, April 2005
- [2] Dena: dena-Netzstudie II. Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015 – 2020 mit Ausblick 2025, Berlin 2010
- [3] Dena: dena-Studie Systemdienstleistungen 2030, Berlin 2014
- [4] BET: Studie Möglichkeiten zum Ausgleich fluktuierender Einspeisungen aus Erneuerbaren Energien, Aachen, April 2013
- [5] Prognosen der zeitlich-räumlichen Variabilität von Erneuerbaren, FVEE Themen 2011
- [6] Bott: Synoptische Meteorologie: Methoden der Wetteranalyse und –prognose, Springer Spektrum, 2016
- [7] D. Richard Graeber: Handel mit Strom aus erneuerbaren Energien: Kombination von Prognosen, Wiesbaden, Springer Gabler, 2014
- [8] BMU Schlussbericht FKZ 03MAP146: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Eu-ropa und global, 2012

- [9] AGORA Energiewende: Studie Kostenoptimaler Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland, Berlin, Mai 2013
- [10] Fraunhofer IEE: Studie Das gekoppelte Energiesystem, 2018
- [11] Agora Energiewende: Wert der Effizienz im Gebäudesektor in Zeiten der Sektorenkopplung, 2018
- [12] Dena-Leitstudie Integrierte Energiewende, 2018
- [13] F. Sensfuß, M. Ragwitz, M. Genoese: The Merit-order effect: A detailed analysis of the price effect of renewable electricity generation on spot market prices in Germany, Fraunhofer ISI Institute Systems and Innovation, Research Working Paper Sustainability and Innovation No. S 7/2007
- [14] Busch, C.: Demand Side Management. Rechtliche Aspekte der Vermarktung flexibler Lasten in der Stromwirtschaft. Baden-Baden: Nomos Verlag, 2017. ISBN: 978-3-848-73751-2

## 2.4.2 Systemtechnik für PV, Windkraft und Speicher

### Lernziele

Die Studierenden erkennen am Beispiel der Energiewende in Deutschland die Herausforderungen einer auf überwiegend erneuerbaren Energien basierenden Stromerzeugung auf die Stabilität des elektrischen Energieversorgungssystems. Am Beispiel der Photovoltaik lernen die Studierenden die wesentlichen Anforderungen an die Systemtechnik für den netzgekoppelten Betrieb kennen. Sie können geeignete Anlagenkonfigurationen bestimmen, unterschiedliche Wandlungstechnologien für die Netzeinspeisung voneinander abgrenzen sowie die Vor- und Nachteile von Wechselrichtertechnologien benennen. Die Studierenden lernen verschiedene Formen der Energiespeicherung und des Lastmanagements kennen und können die regulatorischen Hürden für den Speichereinsatz beschreiben. Der dritte Schwerpunkt der Veranstaltung liegt auf der Netzintegration von Windenergieanlagen. Die Studierenden verstehen die spezifischen Anforderungen an die dezentrale Erzeugung hinsichtlich Spannungs- und Frequenzhaltung in elektrischen Netzen und erarbeiten den Unterschied zwischen der konventionellen Energieversorgung, in der die Erzeugung dem Bedarf nachgeführt wird, und einem System basierend auf erneuerbarer Erzeugung, in dem die Last der zur Verfügung stehenden Erzeugung folgen muss.

### Inhalte

Die Lehrveranstaltung gibt einen Überblick über technische Konzeption eines auf erneuerbaren Energien beruhenden Energiesystems am Beispiel von Photovoltaik, Windenergie und dezentralen Energiespeichern. Durch Förderprogramme und den starken Preisverfall sind Photovoltaik und Windenergie in ihrer Bedeutung für die elektrische Energieversorgung in Deutschland in den Vordergrund getreten. Diskutiert werden die Anforderungen an die Systemkomponenten von netzgekoppelten Photovoltaik- und Windenergieanlagen. Die Lehrveranstaltung erarbeitet die darüber hinaus die Bedeutung von Energiespeichern als Flexibilität für ein Energieversorgungssystem mit signifikanten Anteilen an fluktuierender Erzeugung.

Besonders eingegangen wird auf die Wechselrichtertechnik mit einem Vergleich der Eigenschaften verschiedener Schaltungstopologien und deren Auswirkungen auf die Anlagenauslegung.

- Wandlungstechnologien für die Photovoltaik
- Konfiguration von PV-Anlagen
- Topologien von PV-Wechselrichtern
- Windenergieanlagentypen
- Generatorkonzepte für die Windenergienutzung
- Netzintegration von PV- und Windenergieanlagen
- Energiespeichertechnologien
- Batteriespeicher
- PV-Speichersysteme

### Methodik

Vorlesung, Seminar, Gruppenarbeit

### Literatur

- [1] Wagner, Andreas: Photovoltaik Engineering, 5. Auflage, Heidelberg: Springer Vieweg, 2019. ISBN: 978-3-662-58454-5
- [2] Mertens, Konrad: Photovoltaik, 5. Auflage, München: Carl Hanser Verlag, 2020. ISBN: 978-3-446-46404-9
- [3] Sandner, T.: Netzgekoppelte Photovoltaikanlagen. 3. Auflage, München: Hüthig&Pflaum Verlag, 2013. ISBN: 978-3-8101-0277-5
- [4] Hau, E.: Windkraftanlagen. Grundlagen - Technik - Einsatz - Wirtschaftlichkeit. 6. Auflage, Heidelberg: Springer Vieweg, 2016. ISBN 978-3-662-53153-2

- [5] Heier, S.: Windkraftanlagen. Systemauslegung, Netzintegration und Regelung. 7. Auflage, Heidelberg: Springer Vieweg, 2022. ISBN 978-3-658-36569-1
- [6] Sterner, M.; Stadler, I.: Energiespeicher – Bedarf, Technologien, Integration, 2. Auflage, Heidelberg: Springer Vieweg, 2017. ISBN: 978-3-662-48892-8
- [8] Schmiegel, A.: Energiespeicher für die Energiewende. Auslegung und Betrieb von Speichersystemen. München: Carl Hanser Verlag, 2019. ISBN: 978-3-446-45653-2



## 2.4.3 Solarisierung von Gebäuden und Prozessen

### **Lernziele**

Dezentrale Solare Energiesysteme zur Erzeugung von Strom und Wärme sind Schlüsseltechnologien zur Dekarbonisierung der Energieversorgung. In diesem Modul wird die Systemkompetenz zum Einsatz elektrischer und thermischer Solarenergie in verschiedenen Anwendungsfeldern erworben.

### **Inhalte**

- Systemtechnik Solare Wärme
- Solare Prozesswärme
- Solare Nahwärme
- PVT-Systeme
- Wärmespeicher, auch saisonal
- Netzdienlichkeit von Erzeugern und Verbrauchern.
- Vorstellung und Analyse von Beispielen aus der Praxis

### **Methodik**

Vorlesung, Übung, seminaristische Eigenarbeit

### **Literatur**

- [1] Christoph Lauterbach Potential, system analysis and preliminary design of low-temperature solar process heat systems (Kassel 2014)
- [2] Servatus, Schneidewind, Rohlfing: Smart Energy – Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem, Springer-Verlag, 2012
- [3] IEA Publikationen nach Bedarf
- [4] Pehnt (Hrsg.): Energieeffizienz, Ein Lehr- und Handbuch, Springer-Verlag, 2010

## 2.5 Module im Themengebiet Digitale Methoden und angewandte Numerik

**Modulverantwortliche\*r:** Prof. Gerber      **Leistungspunkte:** 0-15  
**Angebot:** jedes 3. Semester      **Semester:** 1/2/3  
**Voraussetzungen:** keine

### Aufbau

Module	LP	SWS	Art	Prüfungsleistung: Portfolioprüfung	Kontakt- stunden	Selbst- studium	Dozent*in
Applied-Data-Science	5	3	V+S	P	45 h	105 h	Prof. Gerber/
Maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz	5	3	V+S	M	45 h	105 h	Prof. Gerber
Smart Grids und Smart Buildings	5	3	V+S+L	Stb	45 h	105 h	Prof. Becker/ Prof. Wachenfeld

### Übergeordnete Lernziele

Verständnis der Bedeutung digitaler Methoden und digitaler Anwendungen für Gebäude- und Energiesysteme.

## 2.5.1 Applied Data-Science

### Lernziele

In Energiesystemen und im Lebenszyklus von Gebäuden gewinnen datengetriebene Prozesse zunehmend an Bedeutung. Sie gelten als zukünftige Schlüsselkomponente in Planung Bau und Nutzung dieser Systeme. Die Lernziele dieses Moduls sind der Erwerb von Wissen und das Erlernen von ausgewählten Technologien und Werkzeugen für die Anwendung auf Gebäude und Energiesysteme. Das Spektrum reicht von Datenbanken und des Building-Information-Modellings über strukturierte Sensordaten bis hin zu Metadatenystemen und Zeitreihenanalysen.

### Inhalte (Konkrete Werkzeuge sind als Beispiele zu verstehen)

- Python für Data-Science: Numpy, Pandas, Matplotlib, Bokeh
- Datenmodelle
- Datenbanken: Sqlite, TimeScaleDB, HDF5, InfluxDB, Redis
- Sensorprotokolle: SML
- RDF (Semantic Web)
- BIM als Datenmodell
- Metadatenysteme für Monitoring
- Methoden der Zeitreihenanalyse
- Zeitreihenanalyse wie Filterung, Verdichtung, statistische Verfahren

### Methodik

Im ersten Teil der seminaristischen Vorlesung werden, ausgehend von elementaren Grundkenntnissen einer Programmiersprache, die programmiertechnischen und konzeptionellen Grundlagen vermittelt und eingeübt. Im zweiten Teil werden diese Grundlagen auf spezifische Themenfelder wie BIM, Datenbanken oder Zeitreihen angewendet.

### Portfolioprüfung

Übungen und Studienarbeit

### 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 <https://www.buildingsmart.de/>
- [5] Treek et al., Gebäude.Technik.Digital., VDI-BUCH (2016)

## 2.5.2 Maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz

### 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.

### Inhalte

- **Einführung und grundlegende Konzepte**, insbesondere Behandlung der grundsätzlichen Terminologie, des Aufbaus einer ML-Pipeline und das CRISP-DM Modell sowie die konzeptionelle Unterscheidung der unterschiedlichen ML-Typen (supervised, unsupervised und reinforcement learning).
- Die **Einführung in Methoden des supervised learnings** vermittelt die spezifischen Konzepte (wie z.B. Merkmale, Zielgrößen, Trainings- und Testdaten, etc.) sowie häufig genutzte Methoden (SVM, Entscheidungsbäume, Neuronale Netze) des supervised learnings.
- **Evaluation und Auswertung** behandelt die Analyse und Qualitätsbewertung eines trainierten Modells, inklusive häufig verwendeter Metriken und fundamentale Konzepte, die für die Bewertung eines Modells benötigt werden (Overfitting, Underfitting, Generalisierung).
- **Datenvorverarbeitung** adressiert Grundlagen der (manuellen) Datenanalyse und insbesondere eine effiziente Handhabung von Rohdaten. Dazu werden Konzepte wie Fehlerkorrektur, explorative Datenanalyse und Datenvisualisierung behandelt.

### Methodik

Vorlesung und Übungen mit der Möglichkeit unterschiedliche Credits für unterschiedliche Studienleistungen zu erlangen.

### Literatur

- [1] Sebastian Raschka, Vahid Mirjalili, Machine Learning mit Python und Scikit-Learn und TensorFlow (mitp 2017)
- [2] Aurélien Géron; Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems (Oreiley 2019)

### 2.5.3 Smart Grids und Smart Buildings

#### Lernziele

- Zukünftige Herausforderungen an die Planung, die Ausführung und den Betrieb von Gebäuden im Kontext der Energiewende und zukünftigen Netzstrukturen kennen und verstehen lernen
- Verständnis für das komplexe Zusammenspiel von Energieerzeugung, Energieverteilung und Energienutzung
- Bedeutung der zukünftigen Rolle von Gebäuden als virtuelle Kraftwerke und Energiespeicher (elektr./thermisch) kennen und verstehen lernen
- Möglichkeiten und Grenzen der Einbindung von konventionellen und regenerativen Energiesystemen an und in Gebäuden in das Smart Grid kennen und verstehen lernen
- Anhand von vorgegeben Szenarien der Energieerzeugung und Energienutzung verschiedene Lösungsvarianten erarbeiten können
- Selbstständige Umsetzung und Test von Modellen in Praktikumsumgebungen (Labor für Automatisierungstechnik, Labor Smart Grid)

#### Inhalte

- Herausforderungen der Energiewende bezogen auf die Segmente Gebäude, Industrie, Verkehr
- Zukünftige Rolle von Gebäuden im Kontext von Smart Grids
- Gebäude als virtuelle Kraftwerke
- Gebäude als Prosumer
- Gebäude sowie gebäude-/energie-technische Anlagen als Speicher (elektr./thermisch)
- Neue Herausforderungen und Aufgaben für Last-, Energie- und Netzmanagement
- Anforderungen an Anlagen- und Energie-Monitoring von Gebäuden für passende Einbindung in Smart Grids
- Ausgewählte Beispiele im Bereich der Energieerzeugung, Energieverteilung und Energienutzung
- Einfluss auf zukünftige Planung, Ausführung und Betrieb von Gebäuden und deren Anlagen
- Selbstständige Entwicklung von Lösungsansätzen im Rahmen von Praktika im Labor Automatisierungstechnik und im Labor Smart Grid

#### Methodik

Vorlesung, Übung, seminaristische Eigenarbeit

#### Literatur

- [1] Buchholz, B.; Styczynski, Z.: Smart Grids. Grundlagen und Technologien der elektrischen Netze der Zukunft, 2. Auflage, Berlin: VDE-Verlag, 2018. ISBN: 978-3-8007-4748-1
- [2] Köhler-Schute: Smart Grids: Die Energieinfrastruktur im Umbruch, KS Energy-Verlag, 2012
- [3] Servatus, Schneidewind, Rohlfing: Smart Energy – Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem, Springer-Verlag, 2012
- [4] Smart Meter Rollout: Praxisleitfaden zur Ausbringung intelligenter Zähler, Springer-Verlag, 2013
- [5] Pehnt (Hrsg.): Energieeffizienz, Ein Lehr- und Handbuch, Springer-Verlag, 2010
- [6] Wosnitza, Hilger: Energieeffizienz und Energiemanagement, Springer Spektrum, 2012

## 2.6 Module im Themengebiet Interdisziplinäres Angebot

<b>Modulverantwortliche*r:</b>	Prof. Haibel	<b>Leistungspunkte:</b>	0-15
<b>Angebot:</b>	jedes 3. Semester	<b>Semester:</b>	1/2/3
<b>Voraussetzungen:</b>	keine		

### Aufbau

	LP	SWS	Art	Prüfungs- leistung:	Kontakt- stunden	Selbst- studium	Dozent*in
Fächer aus anderen Studiengängen und Internationalisierung							
Fächer aus anderen Wahlfach-Modulen							
Ringvorlesung Industrielle Innovationen	3	2	V+S		30 h	60 h	Prof. Floß
Bioökonomie und Anthropozän	3	2	V+Ü+S		30 h	60 h	Prof. Haibel
Gründergarage	3	2	S		30 h	60 h	Studiendekan*in
Zirkulärwirtschaft	5	3	V + S	M 20 min	45 h	105 h	
Teaching Assistant	3	2	S		30 h	60 h	Studiendekan*in

### Übergeordnete 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.

### Prüfungsform

Die Portfolio-Prüfung besteht aus folgenden Prüfungselementen:

- Fächer aus anderen Studiengängen: fachspezifisch
- Modul aus einem anderen Themengebiet: fachspezifisch
- Ringvorlesung Industrielle Innovationen: Stu
- Bioökonomie und Anthropozän: Stb
- Gründergarage: Stb
- Teaching Assistant: Stu

Es müssen alle Prüfungselemente erfolgreich abgeschlossen werden.

## 2.6.1 Fächer aus anderen Studiengängen u. Internationalisierung

Um das Angebot von Vorlesungen und Seminaren für die Studierenden zu erweitern, bietet der Studiengang die Möglichkeit Leistungen, die in anderen Masterstudiengängen erbracht wurden, bis zu einer Höhe von 5 ECTS anzuerkennen. Geht der anzuerkennende Umfang über diese Grenzen hinaus oder handelt es sich um Bachelorveranstaltungen, bedarf es der Anerkennung im Einzelfall durch die Studiengangsleitung.

Im Zuge der Internationalisierung wird an dieser Stelle auf das internationale fächerübergreifende Portfolio der Hochschule Biberach und all ihrer Partnerhochschulen und Universitäten hingewiesen.

## 2.6.2 Fächer aus anderen Wahlfach-Modulen

Im Bereich Module aus anderen Themengebieten können zur Vertiefung Fächer eingebracht werden, die im jeweiligen Themengebiet nicht mehr berücksichtigt werden konnten.  
Die Art der Lehrveranstaltung sowie die Prüfungsleistung ist fächerspezifisch.



## 2.6.3 Ringvorlesung Industrielle Innovationen

### **Lernziele**

Im Rahmen der praxisnahen Ausbildung referieren externe Experten aus Industrie und Institutionen über innovative technische Lösungen sowie Forschungsergebnisse aus dem gesamten Spektrum des Studiengangs.

### **Ziel der Veranstaltung ist:**

- die Problemstellung in den wesentlichen Punkten zu erfassen
- diese kurz und prägnant wiederzugeben
- und die Lösungsansätze kritisch zu bewerten

### **Inhalte**

Fachvorträge aus dem Bereich Energie- und Gebäudesysteme wie z.B.:

- 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 mit moderierter Diskussion durch die\*den Dozent\*in

### **Vorlesungsmaterial**

Diverses Informationsmaterial der vortragenden Dozenten externer Firmen und Institutionen.

## 2.6.4 Bioökonomie und Anthropozän

### Lernziele

Die StudentInnen bekommen einen Einblick in die Erdgeschichte, in die Entstehung von Erdzeitaltern, in die 5 großen Extinktionen (The big 5) und deren Ursachen. Darauf aufbauend wird das Erdzeitalter des Anthropozäns hinsichtlich Ursachen, Randbedingungen und Folgen vertieft. Die StudentInnen lernen die wesentlichen Konzepte der Bioökonomie wie Reststoffneutrales Produzieren, Emissionsneutrale Energieversorgung und Kreislaufwirtschaft kennen, und sind in der Lage, diese Konzepte auf die Ursachen und Randbedingungen des Anthropozäns zu übertragen und daraus zukünftige Handlungsfolgerungen abzuleiten.

### Inhalte

- Definition von Erdzeitaltern, deren Bedeutungen und Abgrenzungen
- Anthropozän – Definition, Bedeutung und Einordnung in die Erdgeschichte
- Handlungsnotwendigkeiten im Anthropozän – Endlichkeit von Ressourcen, Kreislaufwirtschaft nach dem Vorbild biologischer Systeme
- Grundlegende Aussagen und Inhalte der Bioökonomie
- Arbeitsfelder und Teilgebiete der Bioökonomie (Nahrung, Energie, Materialien und Werkstoffe, Produkte und Dienstleistungen)
- Stoff- und Energieströme in der Kreislaufwirtschaft
- Transformation von quantitativem Wachstum zu qualitativem Wachstum
- Beispiele bioökonomischer Energiebereitstellung (PV-Erzeugung und H<sub>2</sub>-Speicherung /-Verteilung; etc.)
- Beispiele bioökonomischer Werkstoffkreisläufe (Bio-Kunststoffe, etc.)
- Beispiele bioökonomischer Produkte und Dienstleistungen (Langlebigkeit und Reparaturfähigkeit von Produkten; sortenreine Trennbarkeit von Materialien; etc.)
- zukünftiger Umgang mit Umwelt (Meere, Atmosphäre, aride Zonen, arktische Zonen, etc.)

### Methodik

Vorlesung, Übungen, Exkursionen

### Literatur

- [1] Pietzsch J. (Hrsg.); Bioökonomie für Einsteiger, Springer Verlag, 2017
- [2] Möllers N., Schwägerl C., Trischler H. (Hrsg.); Willkommen im Anthropozän; Deutsches Museum Verlag; 2015
- [3] Haibel M.; Anthropozän – Technologische Meilensteine und Entwicklungen als Ursachen für die Entstehung eines neuen Erdzeitalters; Forschungsbericht HBC, 2019

## 2.6.5 Gründergarage

### Lernziele

Die Studierenden lernen unternehmerisches Denken und Handeln praxisnah kennen, in dem sie in einem realitätsnahen Anwendungsbeispiel eine Problemstellung von der Idee bis zum fertigen Geschäftsmodell mit Businessplan und Pitch ausarbeiten. Ein besonderer Fokus wird bei der Entwicklung des Geschäftsmodells auf dessen Validierung gelegt, sodass die Studierenden von Anfang an die Lösung aus Kunden- und Nutzersicht zu begreifen und zu erarbeiten verstehen. Da das Modul fach- und hochschulübergreifend (3 Hochschulen plus 1 Universität) angeboten wird, lernen die Studierenden darüber hinaus effektiv in interdisziplinären Teams zu arbeiten und zu handeln.

### Inhalte

Für den Aufbau eines Start-Ups bedarf es sehr vieler wichtiger inhaltlicher und persönlicher Fähigkeiten und Kompetenzen. Das Modul Gründergarage gibt den Studierenden die wichtigsten Tools hierzu an die Hand. Zu dem erlernten inhaltlichen Wissen wie beispielsweise der Wirtschaftlichkeitsberechnung, Validierung von Geschäftsideen, Schreiben eines Businessplans und Erstellen und Halten eines fertigen Elevatorpitches vor einer hochkarätigen Jury aus der regionalen Wirtschaft, kommt insbesondere die veränderte Haltung und Einstellung zum Unternehmertum. Diese bringt die Studierenden sowohl in einer späteren Tätigkeit als innovative ArbeitnehmerInnen wie auch als potentielle Entrepreneure voran.

### Methodik

Innerhalb von 2 Blockveranstaltungen á 2 Tagen erlernen die Studierenden die Grundlagen zur Erarbeitung eines tragfähigen Geschäftsmodells sowie zur Präsentation von diesem. Methodisch werden die Teilnehmer anhand des Design Thinking Prozesses durch den Ideenfindungsprozess sowie die Erstellung und Validierung ihres Prototypen geführt. Begleitend erhalten sie zusätzliche Inhalte in Form von E-Mail Teasern und die Möglichkeit, an freiwilligen Q&A Sessions ihre Fragen beantworten zu lassen. Die Veranstaltung kann sowohl in „echter“ Präsenz als auch komplett virtuell durchgeführt werden. Für die digitale Version werden innovative Onlinekollaborationstools wie z.B. Klaxoon und Slack genutzt.

### Literatur

- [1] Der Mom Test: wie Sie Kunden richtig interviewen und herausfinden, ob Ihre Geschäftsidee gut ist - auch wenn Sie dabei jeder anlügt. [New York]: foundercentric; 2016.
- [2] Das Design Thinking Playbook: mit traditionellen, aktuellen und zukünftigen Erfolgsfaktoren, 2. Aufl. München: Verlag Franz Vahlen GmbH; 2018.
- [3] Bland, D. J.: Testing business ideas: dieses Buch ist Ihr Versuchslabor für schnelle Experimente: nutzen Sie die 44 Experimente, um Ihren Weg zum Wachstum zu finden: mit kleinem Einsatz durch schnelle Experimente zu großen Gewinnen! Frankfurt, New York: Campus Verlag; 2020.
- [4] Faltin, Günter: Kopf schlägt Kapital: die ganz andere Art, ein Unternehmen zu gründen: von der Lust, ein Entrepreneur zu sein. München: dtv Verlagsgesellschaft; 2017.
- [5] Faltin, G.: Handbuch Entrepreneurship. Springer Reference Wirtschaft. Wiesbaden: Springer Gabler; 2018.

## 2.6.6 Teaching Assistant

### **Lernziele**

Durch die Mitarbeit in der Lehre, wie etwa durch Übernahme von Betreuungs-, Unterstützungs- und Assistenzaufgaben, wird der Studierende an Leitungs- und Führungsaufgaben herangeführt. Neben Teamkompetenz werden auch Kommunikations- und Präsentationstechniken eingeübt. Durch die intensive Auseinandersetzung mit Fachthemen werden auch diese noch weiter vertieft.

### **Inhalte**

Mitarbeit in der Lehre durch Übernahme von Betreuungs-, Unterstützungs- und Assistenzaufgaben.

### 3 Forschungsprojekt (FOPRO)

<b>Modulverantwortliche*r:</b>	Studiendekan*in	<b>Leistungspunkte:</b>	10
<b>Angebot:</b>	jedes Semester	<b>Semester:</b>	2
<b>Voraussetzungen:</b>	keine		

#### Aufbau

	LP	SWS	Art	Prüfungsleistung	Kontaktstunden	Selbststudium	Dozent*in
Individuelles Thema mit Kolloquium	10	1		Stb+M 45 Min	15 h	285 h	

#### Lernziele

Erwerb der wissenschaftlichen Methodenkompetenz und Schulung analytischer Fähigkeiten durch die Strukturierung, Bearbeitung und Dokumentation einer individuellen Projektarbeit.

Die Studenten lernen selbständig, systematisch und eigenverantwortlich ein theoretisch/wissenschaftliches Thema aus dem Gebiet der Energie- und Gebäudetechnik analysieren, bearbeiten und innovative Lösungsansätze erarbeiten. Darstellung der durchgeführten Arbeiten und erzielten Ergebnisse in einer klar verständlichen schriftlichen Abschlussarbeit und mündlichen Präsentation. Schlüssig und strukturiert vorgetragene Präsentation. Überzeugende Verteidigung der Arbeit.

#### Inhalte

- Individuelles Thema mit vorgegebener Aufgabenstellung
- Erstellen eines Zeit- und Projektplanes
- Durchführung von Literaturrecherchen, theoretischen oder experimentellen Arbeiten
- Methodisch-Systematisches Verfolgen einer Problemstellung und Erarbeiten eines Lösungsansatzes i.d.R. als Basis für eine darauf aufbauende Masterarbeit
- Verfassen einer Studienarbeit
- Vorbereiten und Durchführen einer Präsentation

#### Methodik

Eigenständig wissenschaftliches Arbeiten

#### Literatur

Themenspezifisch

## 4 Masterarbeit

<b>Modulverantwortliche*r:</b>	Studiendekan*in	<b>Leistungspunkte:</b>	20
<b>Angebot:</b>	jedes Semester	<b>Semester:</b>	3
<b>Voraussetzungen:</b>	Forschungsprojekt		

### Aufbau

	LP	SWS	Art	Prüfungsleistung	Kontaktstunden	Selbststudium	Dozent*in
Individuelles Thema mit Kolloquium	20	1		Stb+M 45 Min	15 h	585 h	

### Lernziele

Die Studenten können selbständig, systematisch und eigenverantwortlich ein theoretisch/wissenschaftliches Thema aus dem breiten Gebiet der Energie- und Gebäudetechnik analysieren, bearbeiten und innovative Lösungsansätze erarbeiten und ggf. theoretisch oder experimentell umsetzen. Sie können die durchgeführten Arbeiten und erzielten Ergebnisse in einer klar verständlichen schriftlichen Abschlussarbeit und mündlichen Präsentation darstellen. Ebenso sind sie in der Lage, ihre Ergebnisse schlüssig und strukturiert in einer Präsentation vorzutragen und ihre Arbeit überzeugend zu verteidigen.

### Inhalte

- Individuelles Thema mit teilweise offener Aufgabenstellung
- Erstellen eines Zeit- und Projektplanes
- Durchführung einer fundierten Literaturrecherche
- Erarbeitung eines Lösungskonzeptes bzw. von Lösungswegen
- Wissenschaftliche Bewertung von Lösungsvorschlägen
- Methodisch-Systematisches Verfolgen und Umsetzen einer Lösung
- Verfassen einer Abschlussarbeit
- Vorbereiten und Durchführen einer Präsentation

### Methodik

Selbstständiges wissenschaftliches und individuelles Arbeiten

### Literatur

Themenspezifisch