

**MODULHANDBUCH**  
**MASTERSTUDIENGANG**  
**REGENERATIVE ENERGIESYSTEME**

(Prüfungsordnung 2025)

Wintersemester 2025/2026



# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>V</b>
1 Studienverlaufsplan . . . . .	V
2 Kompetenzentwicklung . . . . .	X
<b>1 Module im ersten Studienjahr</b>	<b>1</b>
1.1 Modul Mathematik A – Höhere Analysis und Differentialgleichungen . . . . .	2
1.2 Modul Mathematik B – Statistik und Datenanalyse . . . . .	3
1.3 Modul Mathematics C – Advanced Calculus and Differential Equations . . . . .	4
1.4 Modul Informatik . . . . .	5
1.5 Modul Systemintegration und Systemverhalten regenerativer Energiesysteme . . . . .	6
1.6 Modul Energiespeicher . . . . .	7
1.7 Modul Leistungselektronik in regenerativen Energiesystemen . . . . .	8
1.8 Modul Process Simulation . . . . .	9
1.9 Modul Sensorprogrammierung und -integration . . . . .	10
1.9.1 Lehrveranstaltung Programmierung von Sensoren und Mikrocontrollern . . . . .	11
1.9.2 Lehrveranstaltung Sensorintegration . . . . .	11
1.10 Modul Gebäude- und Quartiersimulation . . . . .	12
1.11 Modul Geothermische Systeme für den Bestand – Innovation in Forschung und Praxis . . . . .	13
1.12 Modul Bauklimatik . . . . .	14
1.13 Modul Interdisziplinäres BIM-Seminar . . . . .	15
1.14 Modul Energie aus Abfall . . . . .	16
1.15 Modul Energieinfrastruktur und Mobilität . . . . .	17
1.16 Modul Elektrische Verkehrssysteme IV 2 – Planung, Entwurf und Betrieb von elektrischen Verkehrs- systemen im Individualverkehr . . . . .	18
1.17 Modul Elektrische Verkehrssysteme ÖV 2 – Planung, Entwurf und Betrieb von elektrischen Verkehrs- systemen im Öffentlichen Verkehr . . . . .	19
1.18 Modul Vernetzung von Verkehrssystemen . . . . .	20
1.19 Modul Data Driven Mobility . . . . .	21
1.20 Modul Förderung Umweltverbund . . . . .	22
1.21 Modul Alternative Kraftstoffe und Antriebe . . . . .	23
1.22 Modul Evaluation und Bewertung nachhaltiger Mobilität . . . . .	24
1.23 Modul Radverkehr . . . . .	25
1.24 Modul Numerik partieller Differentialgleichungen . . . . .	26
1.25 Modul Landmanagement für regenerative Energiesysteme . . . . .	27
1.26 Modul Räumliche Entscheidungsunterstützung . . . . .	28
1.27 Modul Technisches Management . . . . .	29
1.28 Modul Energy and Environmental Policy . . . . .	30
1.29 Modul Nachhaltigkeit in der Technik . . . . .	31
1.30 Modul Groundwater Hydraulics . . . . .	32
1.31 Modul Drilling Engineering . . . . .	33
1.32 Modul Large Scale Thermal Energy Storage Systems . . . . .	34
1.33 Modul Geothermal Heat and Power Plants . . . . .	35
1.34 Modul Geothermal Geology and Exploration . . . . .	36
1.35 Modul Hydro- and Geochemistry . . . . .	37
1.36 Modul Computational Wave Propagation . . . . .	38
1.37 Modul Reservoir-Engineering . . . . .	39
1.38 Modul Rock Physics . . . . .	40
1.39 Modul Applied Geophysics . . . . .	41
1.40 Modul Interdisziplinäres Energieprojekt 1 . . . . .	42
1.41 Modul Interdisziplinäres Energieprojekt 2 . . . . .	43
1.42 Modul Ingenieurwissenschaftliche Studien RES 1 . . . . .	44
1.43 Modul Ingenieurwissenschaftliche Studien RES 2 . . . . .	45
1.44 Modul Ingenieurwissenschaftliche Messtechnik RES . . . . .	46
1.45 Modul Schlüsselkompetenzen MA . . . . .	47
<b>2 Module im zweiten Studienjahr</b>	<b>49</b>
2.1 Modul Masterarbeit und Kolloquium . . . . .	50



# Einleitung

## 1 Studienverlaufsplan

Der hier aufgeführte Studienverlaufsplan dient der Orientierung von Studierenden und ist nicht verbindlich. Maßgebend ist in jedem Fall die Studiengangprüfungsordnung und der dort beigefügte Studienverlaufsplan.

Alle Module werden benotet und müssen mit mindestens "ausreichend" bestanden werden. Der Anteil der Benotung eines Moduls an der Gesamtnote ergibt sich aus den Regelungen der Studiengangprüfungsordnung.

### 1. Studienjahr

Das erste Studienjahr beinhaltet neben einer Vielzahl von Wahlpflichtmodulen ein Pflichtmodul Mathematik. Dabei kann aus einem Angebot von drei Mathematikmodulen ausgewählt werden, wobei eines in englischer Sprache angeboten wird.

Bei den Wahlpflichtmodulen können die Studierenden aus einem großen Angebot ihren fachlichen Interessen entsprechend und abgestimmt auf ihr Berufsziel frei wählen. Dabei können sich die Studierenden an folgenden Studienschwerpunkten orientieren:

- Gebäudeenergie-technik
- Geothermie
- Sektorenkopplung
- Digitalisierung der Energiesysteme
- Mobilitätssysteme der Zukunft

Für diese Studienschwerpunkte gibt es einerseits Module, die spezifisch zugeordnet werden können, und andererseits Module, die für mehrere Studienschwerpunkte infrage kommen. Zudem können weitere Wahlpflichtmodule nach Aktualität und Bedarf angeboten werden. Ein zeitlich überschneidungsfreies/konfliktfreies Angebot wird angestrebt, kann aber nicht garantiert werden.

### Module des 1. Studienjahres

	Sommersemester LP	Wintersemester LP
Numerik partieller Differentialgleichungen <sup>2</sup>		5
Technisches Management		5
Nachhaltigkeit in der Technik	5	
Schlüsselkompetenzen MA <sup>3</sup>	5	5
Systemintegration und Systemverhalten regenerativer Energiesysteme		5
Energiespeicher	5	
Leistungselektronik in regenerativen Energiesystemen		5
Process Simulation	5	
Sensorprogrammierung und -integration	5	
Gebäude- und Quartiersimulation		5
Geothermische Systeme für den Bestand – Innovation in Forschung und Praxis		5
Bauklimatik	5	
Interdisziplinäres BIM-Seminar		5
Energie aus Abfall	5	
Energieinfrastruktur und Mobilität	5	

	Sommersemester LP	Wintersemester LP
Elektrische Verkehrssysteme IV 2 – Planung, Entwurf und Betrieb von elektrischen Verkehrssystemen im Individualverkehr	5	
Elektrische Verkehrssysteme ÖV 2 – Planung, Entwurf und Betrieb von elektrischen Verkehrssystemen im Öffentlichen Verkehr	5	
Vernetzung von Verkehrssystemen		5
Data Driven Mobility	5	
Förderung Umweltverbund		5
Alternative Kraftstoffe und Antriebe		5
Evaluation und Bewertung nachhaltiger Mobilität	5	
Radverkehr		5
Groundwater Hydraulics	5	
Drilling Engineering	5	
Large Scale Thermal Energy Storage Systems		5
Geothermal Heat and Power Plants	5	
Geothermal Geology and Exploration		5
Hydro- and Geochemistry		5
Computational Wave Propagation	5	
Reservoir-Engineering		5
Rock Physics	5	
Applied Geophysics		5
Interdisziplinäres Energieprojekt 1	5	5
Interdisziplinäres Energieprojekt 2	5	5
Ingenieurwissenschaftliche Studien RES 1	5	5
Ingenieurwissenschaftliche Studien RES 2	5	5
Ingenieurwissenschaftliche Messtechnik RES		5
Informatik	5	
Landmanagement für regenerative Energiesysteme		5
Räumliche Entscheidungsunterstützung	5	
Energy and Environmental Policy		5
Mathematik A – Höhere Analysis und Differentialgleichungen <sup>1</sup>	5	
Mathematik B – Statistik und Datenanalyse <sup>1</sup>		5
Mathematics C – Advanced Calculus and Differential Equations <sup>1</sup>	5	
Summe des Angebots	125	125

<sup>1</sup> Von den Modulen „Mathematik A“, „Mathematik B“ und „Mathematics C“ ist eines als Pflichtmodul zu belegen. Ein weiteres kann als ergänzendes Wahlmodul belegt werden, wobei die Kombination „Mathematik A“ und „Mathematics C“ nicht möglich ist.

<sup>2</sup> Kann auch in englischer Sprache angeboten werden.

<sup>3</sup> Das Modul „Schlüsselkompetenzen A“ kann entweder im Sommersemester oder im Wintersemester belegt werden.

	Studienschwerpunkte					
	Modul mit eindeutigem Energiebezug	Geothermie	Sektorenkopplung	Digitalisierung der Energiesysteme	Mobilitätssysteme der Zukunft	Gebäudeenergie-technik
<b>Wahlpflichtmodule</b>						
Systemintegration und Systemverhalten regenerativer Energiesysteme	X	W	W	W	W	W
Energiespeicher	X		S			
Leistungselektronik in regenerativen Energiesystemen	X		W	W	W	
Process Simulation	X	S	S	S	S	S
Sensorprogrammierung und -integration			S	S	S	S
Gebäude- und Quartiersimulation	X	W	W	W		W
Geothermische Systeme für den Bestand	X	W				W
Bauklimatik	X	S				S
Interdisziplinäres BIM-Seminar				W		W
Energie aus Abfall	X		S			
Energieinfrastruktur und Mobilität	X		S		S	
Elektrische Verkehrssysteme IV 2	X				S	
Elektrische Verkehrssysteme ÖV 2	X				S	
Vernetzung von Verkehrssystemen	X			W	W	
Data Driven Mobility	X			S	S	
Förderung Umweltverbund					W	
Alternative Kraftstoffe und Antriebe	X				W	
Evaluation und Bewertung nachhaltiger Mobilität					S	
Radverkehr					W	
Groundwater Hydraulics	X	S				
Drilling Engineering	X	S				
Large Scale Thermal Energy Storage Systems	X	W	W			W
Geothermal Heat and Power Plants	X	S	S			
Geothermal Geology and Exploration	X	W				
Hydro- and Geochemistry	X	W				
Computational Wave Propagation	X	S				
Reservoir-Engineering	X	W				
Rock Physics	X	S				
Applied Geophysics	X	W				
Interdisziplinäres Energieprojekt 1	X	B	B	B	B	B
Interdisziplinäres Energieprojekt 2	X	B	B	B	B	B
Ingenieurwissenschaftliche Studien RES 1	X	B	B	B	B	B
Ingenieurwissenschaftliche Studien RES 2	X	B	B	B	B	B
Ingenieurwissenschaftliche Messtechnik RES	X	W	W	W	W	W
Informatik		S	S	S	S	S
Landmanagement für regenerative Energiesysteme	X	W	W			
Räumliche Entscheidungsunterstützung			S	S	S	
Energy and Environmental Policy	X	W	W	W	W	W
<b>Pflichtmodule</b>						
Mathematik A		S	S	S	S	S
Mathematik B		W	W	W	W	W
Mathematics C		S	S	S	S	S

## Legende

**W** Wintersemester

**S** Sommersemester

**B** Beide Semester



### 3. Semester

#### Pflichtmodule des 3. Semesters

	Sommersemester LP	Wintersemester LP
Masterarbeit und Kolloquium	30	30
Summe des Angebots	30	30

LP - Leistungspunkte nach dem europäischen System zur Übertragung und Akkumulierung von Studienleistungen (ECTS-Punkte)

## 2 Kompetenzentwicklung

Das Masterstudium Regenerative Energiesysteme führt zu vertieften analytisch-methodischen Kompetenzen. Zugleich werden die Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen aus dem ersten Studium vertieft und erweitert. Im Rahmen der Erweiterung des Wissens werden die Absolventinnen und Absolventen in die Lage versetzt, besondere Aspekte gängiger Aufgabenstellungen zu identifizieren und vor wissenschaftlichem Hintergrund zu lösen. Zudem können sie Lösungswege für Aufgabenstellungen finden, die in der Praxis weniger häufig vorkommen, aber einer fachlich fundierten Behandlung bedürfen.

Absolventinnen und Absolventen vertiefen ihr Wissen in der Form, dass sie Themenstellungen, die zum Kanon des Bachelor-Studiums gehören, mittels anspruchsvollerer wissenschaftlicher Verfahren neu betrachten können. Dadurch entstehen neue Lösungsmöglichkeiten, die den Standardlösungen hinsichtlich Aussagefähigkeit und Genauigkeitsgrad überlegen sind oder Bereiche erfassen, die bei der Standardlösung nicht berücksichtigt werden.

Auf dieser Seite sind die angestrebten Lernergebnisse des Masterstudiengangs Regenerative Energiesysteme zusammengefasst. Die Beiträge der einzelnen Module zu diesen Lernzielen finden sich in den jeweiligen Ziele-Module-Matrizen der Studienphasen und Studienprofile auf den nachfolgenden Seiten.

- **Fachliche Grundlagen kennen.** Absolventinnen und Absolventen kennen und verstehen vertiefte fachspezifische Grundlagen der regenerativen Energiesysteme und haben spezielles Methodenwissen und verbreiterte methodische Kompetenzen erworben.
- **Wissenschaftliche Grundlagen kennen.** Absolventinnen und Absolventen haben vertiefte theoretische Kenntnisse mit wissenschaftlichem Anspruch in mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereichen erworben.
- **Fachliche Grundlagen anwenden.** Absolventinnen und Absolventen haben die vertieften fachspezifischen Grundlagenkenntnisse auf komplexe Fragestellungen angewendet.
- **Aufgaben erkennen und lösen.** Absolventinnen und Absolventen können anspruchsvolle Aufgaben unter Berücksichtigung gesicherter wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden auf dem Gebiet der regenerativen Energiesysteme identifizieren, formulieren und lösen.
- **Methoden entwickeln.** Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, neue, anspruchsvolle und innovative Methoden zur Nachweiserstellung und Prognose zu entwickeln.
- **In Projekten planen.** Absolventinnen und Absolventen können Planungen und Konzepte im Arbeitsfeld der regenerativen Energien eigenständig erstellen und die Anforderungen an gesamtverantwortliche Steuerung und Leitung komplexer Prozesse eigenständig bestimmen.
- **Projekte bewerten.** Absolventinnen und Absolventen können komplexe Projekte unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeit, Umweltverträglichkeit, ökologischer und ökonomischer Aspekte sowie mit Hilfe der Beiträge anderer Disziplinen ganzheitlich und interdisziplinär betrachten und bewerten. Sie sind in der Lage, sich eigenständig den aktuellen wissenschaftlichen Stand zu einer Untersuchungsfrage anzueignen und zu prüfen, inwieweit dieser zur Beschreibung, Analyse und Problemlösung hilfreich ist.
- **Praxisorientiert forschen.** Absolventinnen und Absolventen haben das Können erworben, selbständig wissenschaftlich zu arbeiten. Sie sind in der Lage, an der praktischen, methodischen und wissenschaftlichen, theoretischen Entwicklung des Faches teilzunehmen, diese zu verfolgen, eigene und fremde Forschungsergebnisse bzw. Informationen kritisch zu analysieren, zu bewerten und darüber schriftlich und mündlich zu kommunizieren.
- **Planung von Projekten organisieren.** Absolventinnen und Absolventen haben sich wissenschaftliche, technische und soziale Kompetenzen (Abstraktionsvermögen, systemanalytisches Denken, Team- und Kommunikationsfähigkeit, internationale und interkulturelle Erfahrung usw.) zu Eigen gemacht und sind dadurch besonders auf die Übernahme von Führungsverantwortung vorbereitet.
- **Im Team interdisziplinär arbeiten.** Absolventinnen und Absolventen sind dazu befähigt, sowohl einzeln als auch als Mitglied internationaler und gemischtgeschlechtlicher Gruppen zu arbeiten und dabei besonders anspruchsvolle Aufgaben zu übernehmen.
- **Inhalte kommunizieren.** Absolventinnen und Absolventen sind dazu befähigt, über kontrovers diskutierte Inhalte und Probleme der regenerativen Energiesysteme sowohl mit Fachkolleginnen und -kollegen als auch mit einer breiteren Öffentlichkeit, auch fremdsprachlich und interkulturell, zu kommunizieren.
- **Projekte organisieren.** Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, schwierige Projekte effektiv zu organisieren und durchzuführen und dabei in eine entsprechende Führungsverantwortung hineinzuwachsen.

	Fachliche Kompetenzen							Schlüsselkompetenzen				
	Fachliche Grundlagen kennen	Wissenschaftliche Grundlagen kennen	Fachliche Grundlagen anwenden	Aufgaben erkennen und lösen	Methoden entwickeln	In Projekten planen	Projekte bewerten	Praxisorientiert forschen	Planung von Projekten organisieren	Im Team interdisziplinär arbeiten	Inhalte kommunizieren	Projekte organisieren
<b>Sommersemester</b>												
Mathematik A		●●●	●●	●●●	●			●●			●	
Mathematics C		●●●	●●	●●●	●			●●			●	
Energiespeicher	●●●	●●●	●●●	●●	●●			●				
Process Simulation	●●●	●●	●●	●●●	●			●●				
Sensorprogrammierung und -integration	●●●	●	●●●	●●●	●●	●●	●	●●	●	●●	●●●	●●
Bauklimatik	●●●	●●●	●●●	●●●	●	●●	●●●	●●●	●	●	●●●	●
Energie aus Abfall	●●●	●●	●●●	●●		●●	●●		●		●●	●
Energieinfrastruktur und Mobilität	●●●	●●	●●	●●	●	●	●●●	●●	●	●	●●	●
Elektrische Verkehrssysteme IV 2	●●●		●●●	●●●	●●	●●	●●					
Elektrische Verkehrssysteme ÖV 2	●●●		●●●	●●●	●●	●●	●●					
Data Driven Mobility	●●●	●	●●●	●●●	●		●	●			●	
Evaluation und Bewertung nachhaltiger Mobilität				●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●	●●●	●●●	
Groundwater Hydraulics	●●●	●	●●●	●●		●●						
Drilling Engineering	●●●	●●	●●●	●●		●		●			●	●
Geothermal Heat and Power Plants	●●●	●●	●●	●●●	●	●	●●●	●●			●	●●
Computational Wave Propagation	●●●	●●●	●●●	●●●	●			●●●		●	●	
Rock Physics	●●●	●●●	●●●	●●●	●			●●●			●	
Informatik	●	●●	●●	●●●	●●	●		●	●●	●		
Räumliche Entscheidungsunterstützung	●●	●●●	●●	●●●	●●●	●	●●	●●●	●●	●●	●	●
Nachhaltigkeit in der Technik	●●●	●●●	●●●	●●●		●	●●	●	●	●●	●●	●
<b>Wintersemester</b>												
Mathematik B		●●●	●●	●●●	●		●	●●			●	
Systemintegration und Systemverhalten regenerativer Energiesysteme	●	●	●●	●●	●●	●●●	●●●	●	●	●	●●	●
Leistungselektronik in regenerativen Energiesystemen	●●●	●●●	●●●	●●●	●●	●●		●	●	●	●●	●
Gebäude- und Quartiersimulation	●●●	●●●	●●●	●●●	●	●●	●●●	●●●	●	●	●●●	●
Geothermische Systeme für den Bestand	●●●	●	●●	●●		●●	●●	●	●		●●	●
Interdisziplinäres BIM-Seminar	●	●	●●	●●	●●	●●●	●		●	●●	●●	●●
Vernetzung von Verkehrssystemen	●●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●			●●	●●	
Förderung Umweltverbund	●●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●			●●	●●	
Alternative Kraftstoffe und Antriebe	●●●	●●●	●●●	●●●				●●●		●●	●●	
Radverkehr	●●	●●	●●●	●●●	●	●●	●●	●●	●●	●●●	●●	
Large Scale Thermal Energy Storage Systems	●●●	●●	●●●	●●	●	●		●●		●●	●●	
Geothermal Geology and Exploration	●●●	●●	●●	●●	●	●		●●		●●	●	
Hydro- and Geochemistry	●●●	●●	●●	●●	●	●		●●		●●	●●●	
Reservoir-Engineering	●●●	●●●	●●●	●●	●●			●●●		●	●	
Applied Geophysics	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●			●●●		●	●	

	Fachliche Kompetenzen							Schlüsselkompetenzen				
	Fachliche Grundlagen kennen	Wissenschaftliche Grundlagen kennen	Fachliche Grundlagen anwenden	Aufgaben erkennen und lösen	Methoden entwickeln	In Projekten planen	Projekte bewerten	Praxisorientiert forschen	Planung von Projekten organisieren	Im Team interdisziplinär arbeiten	Inhalte kommunizieren	Projekte organisieren
Ingenieurwissenschaftliche Messtechnik RES	●●●	●●	●●●	●●			●	●●		●	●●	●●
Landmanagement für regenerative Energiesysteme	●●●	●●●	●●●	●●	●●	●●	●●	●	●●●	●●●	●●●	
Numerik partieller Differentialgleichungen	●	●●●	●●	●●	●●●	●		●●●			●●	
Technisches Management	●●●	●●	●●●	●●●	●	●●●	●●●	●	●●	●●	●●●	●●●
Energy and Environmental Policy	●●	●●●	●●			●		●●	●●	●	●●●	
<b>Jedes Semester</b>												
Interdisziplinäres Energieprojekt 1	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Interdisziplinäres Energieprojekt 2	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Ingenieurwissenschaftliche Studien RES 1	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Ingenieurwissenschaftliche Studien RES 2	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
Schlüsselkompetenzen MA				●●●	●●●	●●●			●●●	●●●	●●●	●●●
Masterarbeit und Kolloquium	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●		●●●	

# 1 Module im ersten Studienjahr

## Pflichtmodule

1.1	Mathematik A – Höhere Analysis und Differentialgleichungen	2
1.2	Mathematik B – Statistik und Datenanalyse	3
1.3	Mathematics C – Advanced Calculus and Differential Equations	4

## Wahlpflichtmodule

1.4	Informatik	5
1.5	Systemintegration und Systemverhalten regenerativer Energiesysteme	6
1.6	Energiespeicher	7
1.7	Leistungselektronik in regenerativen Energiesystemen	8
1.8	Process Simulation	9
1.9	Sensorprogrammierung und -integration	10
1.10	Gebäude- und Quartiersimulation	12
1.11	Geothermische Systeme für den Bestand – Innovation in Forschung und Praxis	13
1.12	Bauklimatik	14
1.13	Interdisziplinäres BIM-Seminar	15
1.14	Energie aus Abfall	16
1.15	Energieinfrastruktur und Mobilität	17
1.16	Elektrische Verkehrssysteme IV 2 – Planung, Entwurf und Betrieb von elektrischen Verkehrssystemen im Individualverkehr	18
1.17	Elektrische Verkehrssysteme ÖV 2 – Planung, Entwurf und Betrieb von elektrischen Verkehrssystemen im Öffentlichen Verkehr	19
1.18	Vernetzung von Verkehrssystemen	20
1.19	Data Driven Mobility	21
1.20	Förderung Umweltverbund	22
1.21	Alternative Kraftstoffe und Antriebe	23
1.22	Evaluation und Bewertung nachhaltiger Mobilität	24
1.23	Radverkehr	25
1.25	Landmanagement für regenerative Energiesysteme	27
1.26	Räumliche Entscheidungsunterstützung	28
1.28	Energy and Environmental Policy	30
1.30	Groundwater Hydraulics	32
1.31	Drilling Engineering	33
1.32	Large Scale Thermal Energy Storage Systems	34
1.33	Geothermal Heat and Power Plants	35
1.34	Geothermal Geology and Exploration	36
1.35	Hydro- and Geochemistry	37
1.36	Computational Wave Propagation	38
1.37	Reservoir-Engineering	39
1.38	Rock Physics	40
1.39	Applied Geophysics	41
1.40	Interdisziplinäres Energieprojekt 1	42
1.41	Interdisziplinäres Energieprojekt 2	43
1.42	Ingenieurwissenschaftliche Studien RES 1	44
1.43	Ingenieurwissenschaftliche Studien RES 2	45
1.44	Ingenieurwissenschaftliche Messtechnik RES	46

## Ergänzende Wahlpflichtmodule

1.24	Numerik partieller Differentialgleichungen	26
1.27	Technisches Management	29
1.29	Nachhaltigkeit in der Technik	31
1.45	Schlüsselkompetenzen MA	47

## 1.1 Modul Mathematik A – Höhere Analysis und Differentialgleichungen

Modulbezeichnung	<b>Mathematik A – Höhere Analysis und Differentialgleichungen</b>
Code	M1-MatheA
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Matthias Baitsch
Dozentinnen / Dozenten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Prof. Dr.-Ing. Matthias Baitsch</li> <li>– Dr.-Ing. Denis Busch</li> </ul>
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (30h Vorlesung, 30h Übung, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>– Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>– Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> <li>– Masterstudiengang Geothermal Energy Systems</li> </ul>
Lernziele	<p>Die Studierenden beherrschen die wichtigsten mathematischen Grundlagen zur Beschreibung physikalischer Phänomene durch Differentialgleichungen. Sie können ausgewählte gewöhnliche Differentialgleichungen zweiter Ordnung aufstellen, lösen und die Eigenschaften der Lösung beurteilen. Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende Verfahren zur Herleitung partieller Differentialgleichungen aus physikalischen Gesetzen anzuwenden und kennen die dabei auftretenden Differentialoperatoren. Systeme mit einer harmonischen Anregung können sie mithilfe der komplexen Exponentialfunktion untersuchen. Sie kennen wichtige Reihenentwicklungen von Funktionen und deren Anwendungen.</p>
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Komplexe Zahlen und komplexe Exponentialfunktion</li> <li>– Differentialgleichung des Einmassenschwingers</li> <li>– Grenzwerte, Stetigkeit und partielle Ableitungen von Funktionen im <math>\mathbb{R}^n</math></li> <li>– Gradient, Hesse-Matrix, Jacobi-Matrix</li> <li>– Differentialoperatoren und ausgewählte partielle Differentialgleichungen</li> <li>– Entwicklung von Funktionen in Taylor- und Fourierreihen</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Systeme mit dynamischer Anregung analysieren</li> <li>– Eigenschaften von Abbildungen <math>\mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m</math> untersuchen</li> <li>– Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen aufstellen</li> <li>– Nichtlineare Gleichungssysteme mit dem Newton-Verfahren lösen</li> <li>– Das Frequenzspektrum diskreter Signale untersuchen</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Komplexe physikalische Vorgänge mathematisch modellieren</li> <li>– Mathematisch ausgerichtete Literatur für die eigene Arbeit nutzen</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rechenregeln für komplexe Zahlen</li> <li>– Gewöhnliche DGL zweiter Ordnung mit konstanten Koeffizienten</li> <li>– Punktfolgen und Grenzwerte von Funktionen mehrerer Variablen</li> <li>– Partielle Ableitungen, Richtungsableitung und totale Differenzierbarkeit</li> <li>– Nabla-Operator, Divergenz, Rotation und Laplace-Operator</li> <li>– Fourierreihen und diskrete Fouriertransformation</li> <li>– Ausgewählte partielle Differentialgleichungen (Wärmeleitungsgleichung etc.)</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Studierende erarbeiten sich Lehrinhalte mithilfe von Erklärvideos und schriftlichen Unterlagen selbstständig, an der Hochschule werden in kleinen Gruppen Übungsaufgaben gelöst und Fragen diskutiert (Flipped-Classroom).
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Portfolioprüfung mit den Elementen: Lösen von Aufgaben (20%), Schriftlicher Test (40%), Fachgespräch (40%) und Lernprozess-Reflektion/Resümee (unbewertet)</li> <li>– Im Wintersemester: Klausur (120 Minuten)</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Skript Mathematik A</li> <li>– Erklärvideos auf Youtube</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grieser, D.: Analysis 1, Eine Einführung in die Mathematik des Kontinuums</li> <li>– Forster, O.: Analysis 2 (Differentialrechnung im <math>\mathbb{R}^n</math>, gewöhnliche DGLn)</li> </ul>

## 1.2 Modul Mathematik B – Statistik und Datenanalyse

Modulbezeichnung	<b>Mathematik B – Statistik und Datenanalyse</b>
Code	M1-MatheB
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Matthias Baitsch
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Matthias Baitsch
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (30h Vorlesung, 30h Übung, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> <li>- Masterstudiengang Geothermal Energy Systems</li> </ul>
Lernziele	<p>Die Veranstaltung befähigt dazu, komplexe statistische Daten (z.B. aus Berechnungen, Erhebungen oder Messungen) nutzen, analysieren, interpretieren und kommunizieren zu können. Hierfür erlernen die Studierenden statistische Grundbegriffe und Methoden sowie moderne Werkzeuge der computergestützten Datenanalyse.</p>
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zentrale Aufgaben und Anwendungsfelder der Statistik</li> <li>- Grundbegriffe der Statistik (Grundgesamtheit, Stichprobe, Arten von Merkmalen)</li> <li>- Kenngrößen von Verteilungen (Lagemaße, Streuungsmaße, Konzentrationsmaße)</li> <li>- Methoden zur Untersuchung von zwei Merkmalen (Korrelation, Regression)</li> <li>- Elemente der Programmiersprache R</li> <li>- Pakete aus dem tidyverse</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empirische Lage- und Streuungsparameter berechnen</li> <li>- Zusammenhänge zwischen Merkmalen darstellen und quantifizieren</li> <li>- Datensätze mit geeigneten Graphiken visualisieren</li> <li>- Regressionsgerade bestimmen und Anpassungsgüte quantifizieren</li> <li>- Daten aus verschiedenen Quellen zu importieren, bereinigen und zu transformieren</li> <li>- Datenanalysen und Visualisierungen mit ggplot2 durchzuführen</li> <li>- Reproduzierbare Analysen mit Quarto erstellen</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Informationen aus Datensätzen gewinnen und interpretieren</li> <li>- Statistische Methoden kritisch zu hinterfragen und angemessen auszuwählen</li> <li>- Ergebnisse verständlich zu kommunizieren und visualisieren</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mathematische Methoden der Statistik</li> <li>- Einführung in R und das Tidyverse</li> <li>- Aufbereitung von Daten</li> <li>- Explorative Datenanalyse</li> <li>- Räumliche Daten</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Studierende erarbeiten sich Lehrinhalte mithilfe von Erklärvideos und schriftlichen Unterlagen selbständig, an der Hochschule werden in kleinen Gruppen Übungsaufgaben gelöst und Fragen diskutiert (Flipped-Classroom).
Prüfung	Hausarbeit mit mündlicher Prüfung
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript Mathematik B</li> <li>- Erklärvideos auf Youtube</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fahrmeir, L., Künstler, R., Pigeot, I., Tutz, G.: Statistik, Wege zur Datenanalyse, Springer</li> <li>- Mittag, H.J.: Statistik, Eine Einführung mit interaktiven Elementen, Springer</li> <li>- Wickham, H., &amp; Grolemund, G.: R for Data Science. O'Reilly</li> </ul>

### 1.3 Modul Mathematics C – Advanced Calculus and Differential Equations

Module title	<b>Mathematics C – Advanced Calculus and Differential Equations</b>
Code	M1-MatheC
Duration / Frequency	One semester / Each year in summer term
Responsible	Prof. Dr. E. H. Saenger
Lecturers	N. N.
Language	English
Workload	150 hours (45h Lecture, 30h Exercise, 75h Self driven work)
Credit points / Contact time	5 Credit points / 5 Hours per week
Required prerequisites	According to current examination regulations
Recommended prerequisites	
Study programmes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Master of Civil Engineering</li> <li>- Master of Environmental Engineering</li> <li>- Master Renewable Energy Systems</li> <li>- Master Geothermal Energy Systems</li> </ul>
Learning goals	<p>Students learn the most important mathematical foundations for the description of physical phenomena by differential equations. They can set up selected ordinary differential equations of second order and can evaluate the properties of the solution. The students are able to apply basic methods for the derivation of partial differential equations from physical laws and know the occurring differential operators. Systems with harmonic excitation can be investigated them by the complex exponential function. They know important series expansions of functions and their applications.</p> <p><b>Knowledge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Complex numbers and complex exponential function</li> <li>- Differential equation of the single-mass oscillator</li> <li>- Limits, continuity and partial derivatives of functions within <math>\mathbb{R}^n</math></li> <li>- Gradient, Hesse-Matrix, Jacobi-Matrix</li> <li>- Differential operators and selected partial differential equations</li> <li>- Development of functions in Taylor and Fourier series</li> </ul> <p><b>Skills</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyze systems with dynamic excitation</li> <li>- Study the properties of transformations <math>\mathbb{R}^n</math> to <math>\mathbb{R}^m</math></li> <li>- Set up ordinary and partial differential equations</li> <li>- Solve nonlinear equation systems using the Newton method</li> <li>- Explore the frequency spectrum of discrete signals</li> </ul> <p><b>Competencies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mathematically modeling of complex physical processes</li> <li>- Mathematisch ausgerichtete Literatur für die eigene Arbeit nutzen</li> <li>- Use mathematically oriented literature for one's own work</li> </ul>
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calculation rules for complex numbers</li> <li>- Ordinary second order differential equations with constant coefficients</li> <li>- Point sequences and limits of functions of several variables</li> <li>- Partial derivatives, directional derivation and total differentiability</li> <li>- Nabla operator, divergence, rotation and Laplace operator</li> <li>- Selected partial differential equations (Laplace, Poisson, heat equation, etc.)</li> <li>- Taylor series</li> <li>- Fourier series and discrete Fourier transform</li> <li>- Newton's method for systems of nonlinear equations</li> </ul>
Teaching format	Lecture with change between lecture (blackboard and beamer) and activating Elements (discussion, tasks, etc.). Exercise with pre-calculation and independent work. Independent work with task sheets and comprehensive e-learning offer.
Examination	Written exam (120 minutes, in presence at the university or online)
Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blackboard</li> <li>- Digital projector</li> </ul>
Literature	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Shima and Nakayama: Higher Mathematics for Physics and Engineering (Springer)</li> <li>- Tenebaum and Pollard: Ordinary Differential Equations (Dover books)</li> </ul>



## 1.4 Modul Informatik

Modulbezeichnung	<b>Informatik</b>
Code	M1-Info
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Matthias Baitsch
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Matthias Baitsch
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (30h Vorlesung, 30h Übung, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> </ul>
Lernziele	<p>Die Studierenden können für ausgewählte Aufgaben aus dem Bau- und Umweltingenieurwesen Softwarelösungen entwickeln. Sie sind in der Lage, fachspezifische Zusammenhänge und Rechenverfahren objektorientiert zu modellieren und in der Programmiersprache Java zu implementieren. Dabei kennen sie die Grundprinzipien der objektorientierten Programmierung und können entsprechende Softwaremodelle mithilfe der Unified Modelling Language (UML) entwickeln und dokumentieren. Die Studierenden können existierende Bibliotheken (Visualisierung, Datenaustausch, lineare Algebra, etc.) für eigene Projekt einsetzen.</p>
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau von Java Programmen</li> <li>- Grundprinzipien der objektorientierten Programmierung</li> <li>- Graphische Notation von Softwarekonzepten</li> <li>- Ausgewählte Algorithmen und Datenstrukturen</li> <li>- Entwicklungsumgebung Eclipse</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Algorithmen in einer Programmiersprache umsetzen</li> <li>- Datenstrukturen auswählen und zielgerichtet einsetzen</li> <li>- Beziehungen zwischen Klassen erkennen und umsetzen</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Softwarelösungen für Ingenieursaufgaben entwerfen und realisieren</li> <li>- Komplexe Probleme abstrahieren und in einfachere Teilprobleme zerlegen</li> <li>- Objektorientierte Softwaremodelle entwickeln</li> <li>- Graphische Benutzungsoberflächen entwickeln und programmtechnisch umsetzen</li> <li>- Komplexität von Algorithmen beurteilen</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kapselung, Vererbung und Polymorphie</li> <li>- Datentypen, Variablen und Objekte</li> <li>- Nassi-Shneidermann-Diagramme</li> <li>- UML Klassen- und Objektdiagramme</li> <li>- Komplexität von Algorithmen</li> <li>- Beziehungen zwischen Klassen: Vererbung, Assoziation und Komposition</li> <li>- Java Collections Framework</li> <li>- Java Swing (Komponenten, Layout-Manager und Event Handling)</li> <li>- 3D-Graphikbibliothek view3D (eigene Lehrsoftware)</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Studierende erarbeiten sich Lehrinhalte mithilfe von Erklärvideos und schriftlichen Unterlagen selbständig, in den Online-Lehrveranstaltungen werden in kleinen Gruppen Programmieraufgaben gelöst und Fragen diskutiert (Flipped-Classroom). Das Modul wird zu einem Anteil von 90% in Distanzlehre durchgeführt.
Prüfung	Hausarbeit mit mündlicher Prüfung
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beamer</li> <li>- Tafel</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hölzl, M., Raed, A. und Wirsing, M.: Java kompakt, Springer</li> <li>- Horstmann, C.S.: Core Java Volume 1 – Fundamentals, Prentice Hall</li> </ul>

## 1.5 Modul Systemintegration und Systemverhalten regenerativer Energiesysteme

Modulbezeichnung	<b>Systemintegration und Systemverhalten regenerativer Energiesysteme</b>
Code	M1-SysInt
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Götz Lipphardt
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr. Götz Lipphardt
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (30h Vorlesung, 30h Übung, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme
Lernziele	<p>Die Studierenden haben ein tiefgehendes Verständnis der systemischen Integration regenerativer Energiequellen in das Energiesystem. Sie können die technischen und wirtschaftlichen Herausforderungen des Systemverhaltens analysieren und Lösungen entwickeln, die eine stabile und effiziente Energieversorgung gewährleisten. Sie haben die Fähigkeit, komplexe Energiesysteme zu entwerfen, zu analysieren und zu optimieren. Die Studierenden sind mit Abschluss des Moduls in der Lage:</p> <p><b>Kenntnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlegende Prinzipien der Systemintegration und des Systemverhaltens regenerativer Energiesysteme zu verstehen und anzuwenden.</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Netzintegration von Onshore- und Offshore-Windparks sowie Photovoltaikanlagen zu analysieren und zu bewerten.</li> <li>- Verschiedene Speichertechnologien zu vergleichen und deren Integration in das elektrische Energiesystem zu planen.</li> <li>- Komplexe Energiesysteme zu modellieren, zu simulieren und zu analysieren, um wirtschaftliche Bewertungen unter Berücksichtigung von CAPEX, OPEX und LCOE durchzuführen.</li> </ul> <p><b>Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flexibilisierungskonzepte wie Power-To-X kritisch zu beurteilen und deren Potenziale zur Optimierung von Energiesystemen einzuschätzen.</li> <li>- Erfolgreiche Integrationsprojekte anhand von Fallstudien zu analysieren und die gewonnenen Erkenntnisse auf neue Projektszenarien zu übertragen.</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Systemintegration regenerativer Energiesysteme</li> <li>- Netzintegration von Off- und Onshore-Windparks und Photovoltaikanlagen</li> <li>- Einsatzbereiche verschiedener Speichertechnologien und deren Integration in das elektrische Energiesystem</li> <li>- Flexibilisierung und Power-To-X</li> <li>- Modellierung und Simulation komplexer Energiesysteme inklusive wirtschaftlicher Bewertung (CAPEX, OPEX, LCOE)</li> <li>- Fallstudien zu erfolgreichen Integrationsprojekten</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Das Modul kombiniert Vorlesungen, interaktive Seminare und praktische Übungen. In Gruppenarbeiten bearbeiten die Studierenden Fallstudien, um die theoretischen Kenntnisse in realen Anwendungsszenarien zu vertiefen. Moderne Simulationstools werden genutzt, um die Dynamik komplexer Systeme zu analysieren und zu optimieren.
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portfolioprüfung (Fallstudie [80%], Referat [20%] + Lernprozess-Reflektion [unbewertet])/Resümee</li> <li>- Prüfung nur im Wintersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	Tablet-Anschrieb, Vorlesungsfolien, Fallstudien
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crastan, Valentin: Elektrische Energieversorgung, Teile 1, 2 und 3; Springer Vieweg, 2015-2022</li> <li>- Schmiegel, Armin: Elektrische Energiespeichersysteme; Hanser, 2024</li> <li>- Fachartikel und aktuelle Veröffentlichungen zu spezifischen Themen der Systemintegration</li> </ul>

## 1.6 Modul Energiespeicher

Modulbezeichnung	<b>Energiespeicher</b>
Code	M1-ES
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Jan Albers
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr. Jan Albers
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (30h Vorlesung, 30h Übung, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme
Lernziele	Die Studierenden haben die erforderlichen wissenschaftlichen Grundlagen der Thermodynamik erworben, die sie dazu befähigt, die unterschiedlichen Speicher- methoden vergleichen zu können. Sie verfügen über fachliche Kenntnisse der aktuellen mechanischen, elektrostatischen und elektrochemischen Energiespei- cher und können damit einen geeigneten Speichertyp für eine bestimmte Anwen- dung auswählen. Sie können energieautarke Systeme selbstständig entwickeln.
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Thermodynamik</li> <li>- Mechanische Speicher</li> <li>- Elektrostatische Energiespeicher</li> <li>- Elektrochemische Energiespeicher</li> <li>- Energieautarke Systeme</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung, Übung
Prüfung	Klausur (120 Minuten, in schriftlicher Form, in der Hochschule)
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tafel</li> <li>- Beamer</li> </ul>
Literatur	

## 1.7 Modul Leistungselektronik in regenerativen Energiesystemen

Modulbezeichnung	<b>Leistungselektronik in regenerativen Energiesystemen</b>
Code	M1-LES
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Götz Lipphardt
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Götz Lipphardt
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (15h Vorlesung, 45h Seminar, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	Kenntnisse in Elektrotechnik, Regelungstechnik und elektrischer Energietechnik
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme
Lernziele	<p>Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der modernen Leistungselektronik, insbesondere von Schaltungen und deren Anwendungen in Systemen der Energieerzeugung, -übertragung und -nutzung, einschließlich der zugehörigen Steuerungs- und Regelverfahren. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Anwendungen in regenerativen Energiesystemen. Zusätzlich haben sie Kompetenzen in der Anwendung moderner Tools zur Analyse und zur Berechnung leistungselektronischer Systeme.</p> <p><b>Kenntnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen und Grundsaltungen der Leistungselektronik kennen.</li> <li>- Anwendungen der Leistungselektronik in regenerativen Energiesystemen kennen.</li> <li>- Steuer- und Regelverfahren für leistungselektronische Wandler in regenerativen Energiesystemen kennen.</li> <li>- Funktionsweise von Analyse- und Simulationswerkzeugen kennen.</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Umgang mit wissenschaftlicher Fachliteratur beherrschen.</li> <li>- Verwendung wissenschaftlich und industriell eingesetzter Simulations- und Berechnungssoftware beherrschen.</li> <li>- Ein wissenschaftliches Analyseprojekt durchführen und präsentieren können.</li> </ul> <p><b>Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nach Abschluss der Lehrveranstaltung ist der/die Studierende in der Lage ... <ul style="list-style-type: none"> <li>• ... moderne leistungselektronische Schaltungen (Stromrichter) und ihre Anwendungen in Systemen der elektrischen Energieerzeugung, -übertragung und -nutzung mit dem Schwerpunkt regenerativer Energiesysteme zu analysieren, zu verstehen und zu berechnen.</li> <li>• ... zugehörige Steuer- und Regelverfahren zu verstehen, auszulegen und zu verwenden.</li> <li>• ... das Gesamtsystem bestehend aus Stromrichter, Steuerung und Regelung sowie Energiesystem zu analysieren und zu bewerten.</li> <li>• ... wissenschaftlich und industriell verwendete Simulations- und Berechnungssoftware einzusetzen.</li> <li>• ... mit wissenschaftlicher Literatur umgehen und eine Analyseaufgabe selbstständig durchführen.</li> <li>• ... ein durchgeführtes Projekt einem fachkundigen, aber nicht eingearbeiteten Publikum präsentieren.</li> </ul> </li> </ul>
Inhalt	<p>Einführung in die zugrunde liegenden Schaltungen, Systeme und Verfahren: - Grundlagen der Leistungselektronik (Was versteht man unter Leistungselektronik?, Leistungshalbleiter) - Schaltungen (Gleichrichter, Hochsetzsteller, Vierquadrantensteller, UWR) - Steuer- und Regelverfahren (PWM, Raumzeiger, PLL, Kaskadenregelung, Zustandsregelung) - Energiemanagement (Wirk- und Blindleistungssteuerung, Frequenzregelung, Lastflussregelung) Einführung in die verwendete Simulations- und Berechnungssoftware (z. B. Matlab/Simulink und Simscape Electrical Specialized Power Systems) Analyse und Simulation ausgewählter Schaltungen in Energiesystemen, z. B.: - Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) - Flexible AC Transmission Systems (FACTS) - Stromrichter in Windenergieanlagen - Netzanbindung von PV-Anlagen - Energiespeichersysteme Präsentation der Ergebnisse</p>
Lehr- und Lernformen	Präsenzveranstaltungen, Präsentationen, Seminaristischer Unterricht
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Referat (30 min. Vortragszeit, Handout)</li> <li>- Prüfung nur im Wintersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	Tablet-Anschrieb, Vorlesungsfolien, Simulationsbeispiele, Literatur
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins: Power Electronics. John Wiley, 2003, ISBN 0-471-42908-2 (in englischer Sprache)</li> <li>- Dierk Schröder: Leistungselektronische Schaltungen. Springer Vieweg, 2012, ISBN 978-3-642-30103-2</li> </ul>

## 1.8 Modul Process Simulation

Module title	<b>Process Simulation</b>
Code	M1-ProSim
Duration / Frequency	One semester / Each year in summer term
Responsible	Professur Energieverfahrenstechnik
Lecturers	N.N.
Language	English
Workload	150 hours (30h Lecture, 15h Exercise, 15h Practica, 90h Self driven work)
Credit points / Contact time	5 Credit points / 4 Hours per week
Required prerequisites	According to current examination regulations
Recommended prerequisites	Bachelor's Module Power-to-X
Study programmes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Master Renewable Energy Systems</li> <li>- Master Geothermal Energy Systems</li> </ul>
Learning goals	Students are familiar with the methods of process simulation and are able to model processes in the area of energy related process engineering with the help of software solutions such as Aspen Plus. They can assess the quality of the software solutions and are able to develop strategies to improve the simulation results.
Knowledge	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelling of process systems</li> <li>- Phase Equilibria</li> <li>- Reaction Engineering</li> <li>- Models in Aspen Plus</li> </ul>
Skills	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selection of appropriate model blocks</li> <li>- Creating a flowchart simulation</li> </ul>
Competencies	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluate the quality of simulation results</li> <li>- Developing strategies to improve simulation results</li> </ul>
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to process simulation and numerical methods</li> <li>- Modelling of transport processes and reactions</li> <li>- Applications in various branches of industry</li> <li>- Validation and verification of simulation models</li> <li>- Optimisation of processes with simulation techniques</li> </ul>
Teaching format	Seminar-based lecture, computer-aided exercises, working on your own problem in a practical course
Examination with elements	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mündliche Prüfung (Oral exam)</li> <li>- Prüfung nur im Sommersemester (Exam only in the summer semester)</li> </ul>
Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lecture notes</li> <li>- Digital projector</li> <li>- Digital media (e.g. moodle, H5P, kahoot)</li> <li>- Lecture experiments</li> <li>- Exercises</li> </ul>
Literature	Hangos, Cameron (2001): Process Modelling and Model Analysis

## 1.9 Modul Sensorprogrammierung und -integration

Modulbezeichnung	<b>Sensorprogrammierung und -integration</b>
Code	M1-PIsens
Lehrveranstaltungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programmierung von Sensoren und Mikrocontrollern</li> <li>- Sensorintegration</li> </ul>
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Daniel Czerwonka-Schröder
Sprache	Deutsch / Englisch
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortgeschrittene Programmierfertigkeiten</li> <li>- Kenntnisse grundlegender Konzepte und Technologien aus dem Internet- und Webumfeld</li> </ul>
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme
Lernziele	Die automatisierte Messdatenerfassung kommt in zahlreichen Fachdisziplinen eine zentrale Bedeutung zu. Ein großflächiges Umweltmonitoring, geodätische Anwendungen wie das Echtzeitmonitoring von Gebäuden aber auch Anwendungen aus dem Bereich Smart Cities wären ohne die automatisierte Erfassung, Übertragung und Auswertung von Messdatenströmen kaum denkbar. Das Modul vermittelt die zu deren Umsetzung erforderlichen grundlegenden Kompetenzen. Hierzu zählen die Konfiguration und Programmierung eingebetteter Systeme, die Anbindung von Sensoren an Mikrocomputer sowie die Integration und Nahe-Echtzeitanalyse von Messdaten.
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mündliche Prüfung, Prüfung nur im Sommersemester</li> <li>- Voraussetzung für die Prüfungsteilnahme: Zwei Testate (erfolgreiche Teilnahme an den Übungen)</li> </ul>

### 1.9.1 Lehrveranstaltung Programmierung von Sensoren und Mikrocontrollern

Bez. der Lehrveranstaltung	<b>Programmierung von Sensoren und Mikrocontrollern</b>
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Daniel Czerwonka-Schröder
Arbeitsaufwand	60 Stunden (15h Vorlesung, 15h Praktikum, 30h Eigenständiges Arbeiten)
SWS	2 SWS
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"><li>- Betriebssysteme von Mikrocomputern</li><li>- Einführung in einen speziellen Mikrocontroller-Typ, das verwendete Prototypen-Board und die dazugehörige Entwicklungsumgebung</li><li>- Hochsprachenprogrammierung von Mikrocontrollern und Mikrocomputern</li><li>- Anbindung von Sensoren und Steuerung geodätischer Messgeräte über standardisierte Kommunikationsschnittstellen</li><li>- Automatische Messdatenerfassung und -übertragung</li></ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung, seminaristischer Unterricht, Praktikum in Präsenz
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"><li>- Beamer</li><li>- Tafel</li></ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kotsev, A. et al. (2015): Architecture of a Service-Enabled Sensing Platform for the Environment. Sensors 15 (2), 4470-4495.</li><li>- Tollervey, N. H. (2017): Programming with MicroPython: Embedded Programming with Microcontroller &amp; Python. Sebastopol, CA: O'Reilly.</li></ul>

### 1.9.2 Lehrveranstaltung Sensorintegration

Bez. der Lehrveranstaltung	<b>Sensorintegration</b>
Dozentinnen / Dozenten	<ul style="list-style-type: none"><li>- Prof. Dr.-Ing. Daniel Czerwonka-Schröder</li><li>- Lehrbeauftragte</li></ul>
Arbeitsaufwand	90 Stunden (15h Vorlesung, 15h Praktikum, 60h Eigenständiges Arbeiten)
SWS	2 SWS
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"><li>- Grundlegende Kommunikationsprotokolle und -netzwerke für den Austausch von Messdaten (u.a. MQTT, ZigBee)</li><li>- Einführung in die On-the-fly Auswertung von Messdatenströmen mittels Complex Event Processing</li><li>- Standards zur interoperablen Beschreibung, Modellierung, Kodierung sowie Bereitstellung raumzeitvarianter Messdaten (u.a. OGC Sensor Web Enablement Framework)</li><li>- Anwendungsbeispiele (u.a. aus den Bereichen Internet of Things, Umweltmonitoring, Bauwerksüberwachung)</li></ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung, seminaristischer Unterricht, Praktikum in Präsenz
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"><li>- Beamer</li><li>- Tafel</li></ul>
Literatur	Starke, G. (2017): Effektive Softwarearchitekturen: Ein praktischer Leitfaden. München: Carl Hanser Verlag.

## 1.10 Modul Gebäude- und Quartiersimulation

Modulbezeichnung	<b>Gebäude- und Quartiersimulation</b>
Code	M1-GebSim
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Michael Rath
Dozentinnen / Dozenten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prof. Dr. Michael Rath</li> <li>- Prof. Dr. Gerrit Höfker</li> </ul>
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (30h Vorlesung, 15h Übung, 105h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 3 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bauphysik 1, Bauphysik 2, Grundlagen der Gebäudeenergie-technik</li> <li>- Alternativ: entsprechende Grundlagen aus anderen Ingenieurwissenschaften</li> <li>- Schulungen zum wissenschaftlichen Arbeiten, zur Literaturrecherche, Literaturverwaltung und zu Zitierstandards</li> </ul>
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> </ul>
Lernziele	Die Studierenden sind in der Lage, energieeffiziente und thermisch behagliche Gebäude- und Quartiersentwürfe zu entwickeln, die den Einsatz erneuerbarer Energien integrieren. Sie können Simulationen zur Optimierung von Anlagenteilen durchführen und Machine Learning Modelle zur Lastverhaltensprognose anwenden. Mit Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktuelle Entwicklungen in der Gebäude- und Quartiersplanung sowie kommunale Wärmeplanung und innovative Energiekonzepte zu kennen</li> <li>- Erneuerbare Energienpotenziale wie Wind-, Solar-, Geothermie- und Biomasse zu analysieren und deren Integration in multivalente Systeme zu verstehen</li> <li>- Methoden der thermischen und energetischen Simulation von Gebäuden und Quartieren zu beschreiben</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dynamisch-thermische Kenngrößen zu berechnen</li> <li>- Modelle zur Simulation von Wärme- und Energieströmen zu erstellen, z.B. mit Finite-Differenzen-Methoden in Matlab/Python</li> <li>- Simulationssoftware zur Analyse von Gebäuden, Anlagen und Quartieren anzuwenden</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energiekonzepte für energieeffiziente Gebäude und Quartiere zu entwickeln und zu bewerten</li> <li>- Geeignete Simulationswerkzeuge auszuwählen, anzuwenden und die Ergebnisse kritisch zu bewerten</li> <li>- Umfassende Projektarbeiten zu erstellen und die Ergebnisse zu präsentieren</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entwurf von energieeffizienten Gebäuden und Quartieren unter Berücksichtigung thermischer Behaglichkeit</li> <li>- Integration von erneuerbaren Energien in multivalente Systemlösungen für Gebäude und Quartiere</li> <li>- Simulation des Zusammenspiels von Gebäudetechnologien und -komponenten</li> <li>- Optimierung der Systemauslegung unter Berücksichtigung von CAPEX, OPEX und LCOE, ggf. auch unter Einsatz von MILP</li> <li>- Machine Learning zur Lastprognose und Modellierung von Systemverhalten</li> <li>- Thermische und energetische Simulationen für Gebäude und Quartiere</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung mit integrierten Übungen, Seminar
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portfolioprüfung, Prüfungselemente: Fallstudie/Programmieren (25%), Referat (25%), Projektarbeit Gebäude- oder Quartierssimulation (50%), Lernprozess-Reflexion, Kolloquium</li> <li>- Prüfung nur im Wintersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	Tafel, Beamer
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EnergyPlus Documentation – Engineering Reference</li> <li>- Dokumentation Simulationssoftware</li> </ul>



## 1.11 Modul Geothermische Systeme für den Bestand – Innovation in Forschung und Praxis

Modulbezeichnung	<b>Geothermische Systeme für den Bestand – Innovation in Forschung und Praxis</b>
Code	M1-GeoBes
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Michael Rath
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr. Michael Rath, Lehrbeauftragte
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (30h Vorlesung, 15h Übung, 105h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 3 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	Grundlagen der Gebäudeenergie-technik
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> </ul>
Lernziele	<p>Die Studierenden wissen, wie Erdwärmepumpen zum Heizen und Kühlen sowie Speicherung in komplexen, innovativen und kombinierten Systemen eingesetzt werden können. Sie können große interdisziplinäre Systeme im Bestand planen und steuern und entscheiden, welche Auslegungstechnik und Software für einen bestimmten Standort und ein bestimmtes Projekt erforderlich sind. Die Studierenden wissen, wie In situ Messverfahren die Qualität des Planungsprozesses verbessern und können die Messdaten der Tests interpretieren. Das erworbene Grundlagenwissen können sie selbständig auf innovative Systeme übertragen und anwenden.</p> <p><b>Kenntnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Detailliertes Funktionsprinzip von Erdwärmepumpen und HLK-Anlagen</li> <li>- Teile eines oberflächennahen Systems einschließlich BHE und Anschluss an das Bestandsgebäude sowie Kombination mit weiteren Energiesystemen</li> <li>- Investitions- und Betriebskosten im Zusammenspiel Gebäudehülle und Anlagentechnik, Genehmigungsrechtliche und förderpolitische Aspekte</li> <li>- Thermophysikalische Eigenschaften der Gebäudehülle, des Bodens</li> <li>- Geologische und hydrogeologische Grundkenntnisse</li> <li>- Eingaben zur Modellierung mittels analytischer und numerischer Programme</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensionierung oberflächennaher Geothermie-Systeme für den Bestand (&gt;30 kW)</li> <li>- Verwendung von analytischer und numerischer Simulationssoftware zur Dimensionierung von BHE</li> <li>- Durchführung und Auswertung von Geothermal Response Tests (GRT) und eGRT</li> </ul> <p><b>Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswahl eines geeigneten geothermischen Systems (geschlossene, offene Systeme) für Bestandsimmobilien an einem bestimmten Standort</li> <li>- Auswahl einer geeigneten Entwurfsmethode für ein bestimmtes Projekt</li> <li>- Verständnis der Vorteile und Grenzen verschiedener Simulationsansätze</li> <li>- Kritische Bewertung der Simulationsergebnisse</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wärmepumpen: Detailliertes Funktionsprinzip, Typen, Anwendungen</li> <li>- Innovative oberflächennahe Erschließungssysteme (GeoStar) für den Bestand in Technik, Design und Dimensionierung</li> <li>- Übertragung von Planungsgrundsätzen (-grundlagen) auf innovative Systeme</li> <li>- Berechnungsmethoden der Simulationssoftware (analytisch, numerisch)</li> <li>- Anwendungsbereich und Grenzen von Simulationsansätzen, Interpretation und Bewertung von Simulationsergebnissen</li> <li>- Planung großer oberflächennaher Geothermie-Systeme (&gt;30 kW) f. d. Bestand in Kombination mit weiteren (Spitzenlast)Erzeugern, Abwärme, Speicherung</li> <li>- Systemoptimierung (Heizen, Kühlen, Speichern) mittels MSR</li> <li>- Bedeutung von GRT/eGRT für das Design von BHE; Interpretation der Daten</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung mit integrierten Übungen am Computer und an Laborständen, Besichtigungen (Geothermische Anlagen und Heizungsanlagen, Bohrplatz), Fachvorträge
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portfolioprüfung, Elemente: Referat [33,3 %], Lösen von Aufgaben [33,3 %], schriftlicher Test/Online Test [33,3 %] + Lernprozess-Reflexion [unbewertet]/Resümee</li> <li>- Prüfung nur im Wintersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	Beamer, White Board / Skript, Links, Videos, Fachvorträge/Exkursionen
Literatur	VDI 4640: Thermische Nutzung des Untergrunds

## 1.12 Modul Bauklimatik

Modulbezeichnung	<b>Bauklimatik</b>
Code	M1-BKlima
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Gerrit Höfker
Dozentinnen / Dozenten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prof. Dr. Gerrit Höfker</li> <li>- Prof. Dr. Michael Rath</li> </ul>
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (45h Vorlesung, 15h Übung, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bauphysik 1, Bauphysik 2, Grundlagen der Gebäudeenergietechnik</li> <li>- Alternativ: entsprechende Grundlagen aus anderen Ingenieurwissenschaften</li> <li>- Schulungen zum wissenschaftlichen Arbeiten, zur Literaturrecherche, Literaturverwaltung und zu Zitierstandards</li> </ul>
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> </ul>
Lernziele	<p>Die Studierenden können bauphysikalische Entwürfe für Gebäude in unterschiedlichen Klimazonen erarbeiten und berücksichtigen dabei die Anforderungen an die thermische Behaglichkeit und Energieeffizienz. Sie beherrschen Wärmetransportberechnungen und wenden thermische Gebäudesimulationen an.</p> <p><b>Kenntnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieeffiziente Bauweisen für unterschiedliche Klimazonen kennen</li> <li>- Berechnungsverfahren für die stationäre und instationäre Wärmeleitung kennen und anwenden</li> <li>- Behaglichkeitsmodelle kennen und anwenden</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berechnung dynamisch-thermischer Kenngrößen</li> <li>- Finite-Differenzen-Modelle für die Wärmeleitung in Matlab/Python erstellen und lösen</li> <li>- Bauphysikalische Simulationssoftware kennen und anwenden können</li> </ul> <p><b>Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energiekonzepte für Gebäude erarbeiten und bewerten (Fokus Sommer)</li> <li>- Geeignete Simulationssoftware auswählen, anwenden und Simulationsergebnisse kritisch bewerten</li> <li>- Umfangreiche Projektarbeit erstellen und präsentieren</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieeffiziente Gebäude in unterschiedlichen Klimazonen</li> <li>- Fourierrechnungen, analytische Lösungen (gedämpfte Schwingung, Temperatursprung, periodische Anregung), instationäre Kenngrößen (Admittanz, Phasenverschiebung, wirksame Wärmekapazität)</li> <li>- Numerische Lösungen für den mehrdimensionalen, stationären Wärmetransport und den eindimensionalen, instationären Wärmetransport</li> <li>- Optische Eigenschaften von Verglasungen (Lichttransmission, Energiedurchlass, g-Werte, BSDF), Fensterberechnungen</li> <li>- Software für die thermische Gebäudesimulation (EnergyPlus)</li> <li>- Vorstellung weiterer Simulationsmethoden in der thermischen Bauphysik (hygrothermische Simulation, Strömungssimulation, Tageslichtsimulation)</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung mit integrierten Übungen (bauphysikalisches Programmieren, Anwendung Simulationssoftware EnergyPlus), Seminar
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portfolioprüfung (Prüfungselemente: Programm schreiben in Python (25%), Referat (25%), Hausarbeit Thermische Gebäudesimulation in EnergyPlus (50%), Lernprozess-Reflexion, Präsentation)</li> <li>- Prüfung nur im Sommersemester.</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	Tafel, Beamer
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EnergyPlus Documentation – Engineering Reference</li> <li>- Wagner, A.; Höfker, G.; Lützkendorf, T.; Moosmann, C.; Schakib-Ekbatan, K.; Schweiker, M. (2015): Nutzerzufriedenheit in Bürogebäuden – Empfehlungen für Planung und Betrieb. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag</li> <li>- Baehr, H.D.; Stephan, K. (2019): Wärme- und Stoffübertragung. 10. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg</li> <li>- DIN EN ISO 13786, DIN EN ISO 7730, DIN EN 15251, DIN EN 410, DIN 4108-2, VDI 6020, DIN EN ISO 13791, DIN EN ISO 13792</li> </ul>

### 1.13 Modul Interdisziplinäres BIM-Seminar

Modulbezeichnung	<b>Interdisziplinäres BIM-Seminar</b>						
Code	M1-iBIM						
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester						
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Abdullah Alsahly						
Dozentinnen / Dozenten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Prof. Dr.-Ing. Abdullah Alsahly</li> <li>– Prof. Sven Pfeiffer</li> <li>– Prof. Dr.-Ing. Dirk Eling</li> </ul>						
Sprache	Deutsch						
Arbeitsaufwand	150 Stunden (45h Seminar, 105h Eigenständiges Arbeiten)						
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 3 SWS						
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung						
Voraussetzungen empfohlen							
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>– Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>– Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> </ul>						
Lernziele	<p>Durch Kooperation der Fachdisziplinen Bauwesen, Architektur und Geodäsie sollen die Studierenden Kenntnisse über das Modellieren in 3D sowohl mit der Methode BIM als auch mittels Urban Information Modeling erwerben, BIM-Modelle in bestehende oder noch zu erzeugende Dateninfrastrukturen integrieren und sich mit der Problemstellung des Datenaustausches sowie der Weiterverarbeitung von zu übermittelten Daten auseinandersetzen.</p> <table> <tr> <td>Kenntnisse</td><td> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sicherer Umgang mit Definitionen, Begriffen und Rollenverteilungen</li> <li>– Anwendung von BIM-Werkzeugen</li> <li>– Datenaustausch und Datenerhaltung</li> <li>– Kopplung der Planungsmethode BIM zu Vermessung</li> <li>– Anwendung spezifischer Software</li> <li>– BIM Prozesse und Workflows</li> <li>– Datenbankstrukturen und -aufbau</li> <li>– Rechtlicher Rahmen zur fachübergreifenden Nutzung von BIM-Modellen</li> </ul> </td></tr> <tr> <td>Fertigkeiten</td><td> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Erzeugung eines digitalen 3D-Gebäudemodells z.B. TGA</li> <li>– Erzeugung eines 3D-Lageplans / Erzeugung von Bestandsaufnahmemodelle</li> <li>– Verschiedene Fachmodelle zusammenführen und auf Kollisionen prüfen</li> <li>– BIM-Modelle mit Geo-Daten verknüpfen</li> <li>– Probleme im Datenaustausch erkennen und Lösungen finden</li> <li>– Mittels BIM-Modellen kommunizieren, digitale Werkzeuge effektiv nutzen</li> </ul> </td></tr> <tr> <td>Kompetenzen</td><td> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Selbstständiger und initiativer Umgang mit spezifischer Software</li> <li>– Entwicklung von Strategien zur Lösung von Datenaustauschproblemen</li> <li>– Interdisziplinäre Arbeitsgruppen organisieren, Projektziele im Team erreichen</li> </ul> </td></tr> </table>	Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sicherer Umgang mit Definitionen, Begriffen und Rollenverteilungen</li> <li>– Anwendung von BIM-Werkzeugen</li> <li>– Datenaustausch und Datenerhaltung</li> <li>– Kopplung der Planungsmethode BIM zu Vermessung</li> <li>– Anwendung spezifischer Software</li> <li>– BIM Prozesse und Workflows</li> <li>– Datenbankstrukturen und -aufbau</li> <li>– Rechtlicher Rahmen zur fachübergreifenden Nutzung von BIM-Modellen</li> </ul>	Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erzeugung eines digitalen 3D-Gebäudemodells z.B. TGA</li> <li>– Erzeugung eines 3D-Lageplans / Erzeugung von Bestandsaufnahmemodelle</li> <li>– Verschiedene Fachmodelle zusammenführen und auf Kollisionen prüfen</li> <li>– BIM-Modelle mit Geo-Daten verknüpfen</li> <li>– Probleme im Datenaustausch erkennen und Lösungen finden</li> <li>– Mittels BIM-Modellen kommunizieren, digitale Werkzeuge effektiv nutzen</li> </ul>	Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Selbstständiger und initiativer Umgang mit spezifischer Software</li> <li>– Entwicklung von Strategien zur Lösung von Datenaustauschproblemen</li> <li>– Interdisziplinäre Arbeitsgruppen organisieren, Projektziele im Team erreichen</li> </ul>
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sicherer Umgang mit Definitionen, Begriffen und Rollenverteilungen</li> <li>– Anwendung von BIM-Werkzeugen</li> <li>– Datenaustausch und Datenerhaltung</li> <li>– Kopplung der Planungsmethode BIM zu Vermessung</li> <li>– Anwendung spezifischer Software</li> <li>– BIM Prozesse und Workflows</li> <li>– Datenbankstrukturen und -aufbau</li> <li>– Rechtlicher Rahmen zur fachübergreifenden Nutzung von BIM-Modellen</li> </ul>						
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erzeugung eines digitalen 3D-Gebäudemodells z.B. TGA</li> <li>– Erzeugung eines 3D-Lageplans / Erzeugung von Bestandsaufnahmemodelle</li> <li>– Verschiedene Fachmodelle zusammenführen und auf Kollisionen prüfen</li> <li>– BIM-Modelle mit Geo-Daten verknüpfen</li> <li>– Probleme im Datenaustausch erkennen und Lösungen finden</li> <li>– Mittels BIM-Modellen kommunizieren, digitale Werkzeuge effektiv nutzen</li> </ul>						
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Selbstständiger und initiativer Umgang mit spezifischer Software</li> <li>– Entwicklung von Strategien zur Lösung von Datenaustauschproblemen</li> <li>– Interdisziplinäre Arbeitsgruppen organisieren, Projektziele im Team erreichen</li> </ul>						
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Modellierung mit BIM und Integration von BIM / GIS</li> <li>– Datenformate, Standards und Werkzeuge</li> <li>– Aufbau und Management von BIM-basierten Datenumgebungen</li> <li>– Erzeugung von Bestandsaufnahmemodelle</li> <li>– Erzeugung von TGA Modellen</li> <li>– Datenerfassung und Auswertung mit Methoden der Geodäsie</li> </ul>						
Lehr- und Lernformen	In den Vorlesungen wird den Studierenden Grund- und Fachwissen praxisnah in Form von Vortrag und aktivierenden Elementen vermittelt. Zusammenhänge werden dargestellt und fachspezifische Methoden angewendet. In praxisnahen Übungen arbeiten die Studierenden selbstständig in interdisziplinären Projektteams an kleinen Aufgabenstellungen, um die erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten zum BIM-Prozess anwenden und ausüben zu können.						
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hausarbeit mit Präsentation</li> <li>– Prüfung nur im Wintersemester</li> </ul>						
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beamer</li> <li>– PC</li> </ul>						
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hausknecht, K. und Liebich, T.: BIM Kompendium – Building Information Modeling als neue Planungsmethode, Fraunhofer IRB</li> <li>– Bormann, A., König, M., Koch, C., Beetz, J.: Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis, Springer Vieweg</li> <li>– Leitfaden Geodäsie und BIM, DVW und Runder Tisch GIS e.V.</li> <li>– Richtlinienreihe VDI 2552 'Building Information Modeling'</li> </ul>						

## 1.14 Modul Energie aus Abfall

Modulbezeichnung	<b>Energie aus Abfall</b>
Code	M1-EnAb
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Peter Hense
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr. Peter Hense
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (45h Vorlesung, 15h Übung, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> </ul>
Lernziele	<p>Die Studierenden erwerben Kenntnisse zur Nutzung der in verschiedenen Abfällen enthaltenen Energie. Diesbezüglich sind sie in der Lage nach abfallwirtschaftlichen Grundsätzen Entscheidungen der bestverfügbaren Verwertung und Beseitigung wählen zu können und diese hinsichtlich einer energetischen Verwertung zu kombinieren. Neben technologischen Grundlagen werden Vor- und Nachteile der verschiedenen Energiewandlungstechniken diskutiert und ihre Rolle im derzeitigen und zukünftigen nationalen sowie internationalen Rahmen eingeschätzt. Nach erfolgreichem Abschluss können die energetischen Verwertungstechniken zudem bezüglich ihrer Effizienz, Umwelt- und Klimaauswirkungen sowie regionalen Anwendbarkeit ausgewählt werden.</p>
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abfall- und Immissionsschutzrecht; abfallwirtschaftliche Grundlagen</li> <li>- Qualitative und quantitative Entwicklung verschiedenster Abfallströme national und international</li> <li>- Grundlagen der Abfallsammlung, des Recyclings, der sonstigen Verwertung und der Beseitigung</li> <li>- Verfahren der thermischen, thermo-chemischen und bio-chemischen Wandlung</li> <li>- Verfahren der Abgasreinigung und des Schadstoffhandlings</li> <li>- Recyclingpotenziale und -wege für Rohstoffe aus Verbrennungs-, Vergasungs- und Pyrolyserückständen</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswählen von energetischen Verwertungstechnologien für verschiedene Abfälle</li> <li>- Durchführen grundlegender Verbrennungsrechnungen</li> <li>- Auswählen von Abgasreinigungstechnologien</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifizierung einschlägiger immissionsschutzrechtlicher Rechtsgrundlagen</li> <li>- Vergleichende Abschätzung der Umweltauswirkungen verschiedener Technologien der Energieerzeugung</li> <li>- Zusammenhänge zwischen energetischer Abfallverwertung und Umwelt- sowie Klimaauswirkungen diskutieren können</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abfall- und Immissionsschutzrecht</li> <li>- Grundlagen der modernen Abfallwirtschaft</li> <li>- Energetische Abfallbehandlungsverfahren (Vergärung, Pyrolyse, Vergasung und Verbrennung)</li> <li>- Eigenschaften, Besonderheiten und Gefahrenpotenzial verschiedener Abfallströme</li> <li>- Abgasreinigung und Schadstoffhandling in energetischen Abfallverwertungsanlagen</li> <li>- Potenziale und Perspektiven der energetischen Abfallverwertung in Deutschland, der EU und global</li> <li>- Stoffliche Verwertung von Rohstoffen aus Rückständen der energetischen Abfallverwertung</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Die theoretischen Inhalte werden in der Vorlesung mittels Beamer und Tafelbild vermittelt und anhand von von Übungsaufgaben vertieft.
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klausur (90 Minuten)</li> <li>- Prüfung nur im Sommersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beamer</li> <li>- Tafel</li> </ul>
Literatur	Siehe Empfehlungen in der Vorlesung

## 1.15 Modul Energieinfrastruktur und Mobilität

Modulbezeichnung	<b>Energieinfrastruktur und Mobilität</b>
Code	M1-EIM
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Professur Elektromobilität
Dozentinnen / Dozenten	Professur Elektromobilität
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (30h Vorlesung, 15h Übung, 15h Praktikum, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme
Lernziele	<p>Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Energieinfrastruktur- und Mobilitätskonzepte anhand von Nachhaltigkeitskriterien (Konsistenz, Effizienz und Suffizienz) zu bewerten.</p> <p><b>Kenntnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden können ...</li> <li>- Die Grundlagen der Elektromobilität und der verschiedenen elektrischen Transportmittel im Bereich der Verkehrsträger (Straßenverkehrsnetz, Schienennetz, Binnenwasserstraßen, Hochsee und Luftraum) beschreiben und einordnen</li> <li>- Die Auswirkungen des automatisierten und autonomen Fahrens erläutern</li> <li>- Die Energieinfrastruktur (Stromnetze, Gas-/Wasserstoffnetze) erklären</li> <li>- Die Erzeugung, Speicherung und Verteilung von elektrischer Energie darstellen und in systemische Zusammenhänge einordnen</li> <li>- Die Prozesse der Erzeugung, Speicherung, Verteilung und Wandlung von Wasserstoff erläutern</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden sind in der Lage ...</li> <li>- Statistiken auszuwerten</li> <li>- Nachhaltigkeitssoftware anzuwenden</li> </ul> <p><b>Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden sind in der Lage ...</li> <li>- Energieinfrastruktur- und Mobilitätskonzepten hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit systematisch zu bewerten</li> <li>- Zukünftige Formen der Mobilität zu konzipieren und zu beurteilen, einschließlich des Zusammenspiels unterschiedlicher Verkehrsträger, emissionsfreier Fahrzeuge und automatisierten Fahrens</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrische Transportmittel der unterschiedlichen Verkehrsträger</li> <li>- Automatisierte und autonome Mobilität</li> <li>- Energieinfrastruktur (Stromnetze, Gas-/Wasserstoffnetze)</li> <li>- Erzeugung, Speicherung und Verteilung von elektrischer Energie</li> <li>- Nachhaltigkeitssoftware</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesungen mit Einsatz von Medien, Übung, Praktikum
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klausur (60 Minuten)</li> <li>- Testat</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	Beamer, Tafel
Literatur	

## 1.16 Modul Elektrische Verkehrssysteme IV 2 – Planung, Entwurf und Betrieb von elektrischen Verkehrssystemen im Individualverkehr

Modulbezeichnung	<b>Elektrische Verkehrssysteme IV 2 – Planung, Entwurf und Betrieb von elektrischen Verkehrssystemen im Individualverkehr</b>
Code	M1-EVIV2
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Maren Schnieder
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr. Maren Schnieder
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (45h Vorlesung, 15h Übung, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> </ul>
Lernziele	Die Studierenden kennen die Grundlagen zur Planung, zum Entwurf und zum Betrieb von elektrischen Verkehrssystemen im Radverkehr und von Elektrokleinstfahrzeugen. Sie sind in der Lage, entsprechende Verkehrsanlagen zu planen.
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planen von Verkehrssystemen</li> <li>- Formen, Betriebsmodelle Ladeinfrastruktur</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bei Planung, Entwurf und Betrieb von Verkehrssystemen in Kommunen, Behörden, Unternehmen und Ingenieurbüros mitarbeiten</li> <li>- Planen und Beurteilen von Verkehrssystemen</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konzepte zur Planung, zum Entwurf und zum Betrieb von Verkehrssystemen entwickeln</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schwerpunkt: Radverkehr, Mikromobilität</li> <li>- Mikromobilität und Sharingangebote</li> <li>- E-Bikes / Pedelecs / E-Lastenräder: Netz, Infrastruktur, Standards für Anlagen</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung mit Wechsel zwischen Vortrag (Tafelanschrieb und Beamer) und aktivierenden Elementen (Diskussion, Aufgaben). Übung mit Vorrechnen und selbständigem Arbeiten. Eigenständiges Arbeiten mit Aufgabenblättern und umfassendem E-Learning-Angebot.
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portfolioprüfung (Hausarbeit 50 %, Präsentation 50 %)</li> <li>- Prüfung nur im Sommersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beamer</li> <li>- Tafel</li> <li>- Ergänzungsskript</li> </ul>
Literatur	

## 1.17 Modul Elektrische Verkehrssysteme ÖV 2 – Planung, Entwurf und Betrieb von elektrischen Verkehrssystemen im Öffentlichen Verkehr

Modulbezeichnung	<b>Elektrische Verkehrssysteme ÖV 2 – Planung, Entwurf und Betrieb von elektrischen Verkehrssystemen im Öffentlichen Verkehr</b>
Code	M1-EVÖV2
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Maren Schnieder
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr. Maren Schnieder
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (45h Vorlesung, 15h Übung, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> </ul>
Lernziele	Die Studierenden kennen die Grundlagen zur Planung, zum Entwurf und zum Betrieb von elektrischen Sonder-Verkehrssystemen im Öffentlichen Verkehr.
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planen von Verkehrssystemen</li> <li>- Ladeinfrastruktur planen</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bei Planung, Entwurf und Betrieb von Verkehrssystemen in Kommunen, Behörden, Unternehmen und Ingenieurbüros mitarbeiten</li> <li>- Analyse und Beurteilung von Verkehrssystemen</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konzepte zur Planung, zum Entwurf und zum Betrieb von Verkehrssystemen entwickeln</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sondersysteme im ÖV, z. B.</li> <li>- Hochbahnen</li> <li>- Hängebahnen</li> <li>- Seilbahnen</li> <li>- O-Busse</li> <li>- Autonom fahrende Kleinbusse</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung mit Wechsel zwischen Vortrag (Tafelanschrieb und Beamer) und aktivierenden Elementen (Diskussion, Aufgaben). Übung mit Vorrechnen und selbständigem Arbeiten. Eigenständiges Arbeiten mit Aufgabenblättern und umfassendem E-Learning-Angebot.
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portfolioprüfung (Hausarbeit 50 %, Präsentation 50 %)</li> <li>- Prüfung nur im Sommersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beamer</li> <li>- Tafel</li> <li>- Ergänzungsskript</li> </ul>
Literatur	

## 1.18 Modul Vernetzung von Verkehrssystemen

Modulbezeichnung	<b>Vernetzung von Verkehrssystemen</b>
Code	M1-VERVS
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Maren Schnieder
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr. Maren Schnieder
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (45h Vorlesung, 15h Seminar, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	Module: Elektrische Verkehrssysteme IV 1 und 2, Elektrische Verkehrssysteme ÖV 1 und 2,
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> </ul>
Lernziele	Die Studierenden lernen die Bedeutung von und Möglichkeiten zur Vernetzung von Verkehrssystemen kennen. Sie sind in der Lage, entsprechende Verkehrssysteme zu konzipieren und zu beurteilen.
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intermodalität und Multimodalität</li> <li>- Mobilitätsstationen als Elemente urbaner Verkehrsplanung</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bei Planung, Entwurf und Betrieb von Verkehrssystemen in Kommunen, Behörden, Unternehmen und Ingenieurbüros mitarbeiten</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- In Projekten interdisziplinär planen und arbeiten</li> <li>- Ziele definieren, Maßnahmen ableiten und Wirkungskontrollen festlegen</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobility as a Service (MaaS), Mobility on Demand (MoD)</li> <li>- Digitale Dienste und Mobilität</li> <li>- Multimodaler / intermodaler Verkehr</li> <li>- Mobilitätsstationen / Mobility Hubs</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung mit Wechsel zwischen Vortrag (Tafelanschrieb und Beamer) und aktivierenden Elementen (Diskussion, Aufgaben). Studierende beteiligen aktiv an der Gestaltung der Wissensvermittlung, z. B. durch Wortbeiträge und Referate.
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portfolioprüfung (Hausarbeit 50 %, Präsentation 50 %)</li> <li>- Prüfung nur im Wintersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beamer</li> <li>- Tafel</li> <li>- Flipchart</li> </ul>
Literatur	



## 1.19 Modul Data Driven Mobility

Modulbezeichnung	<b>Data Driven Mobility</b>
Code	M1-DatMob
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Markus Jackenkroll
Dozentinnen / Dozenten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prof. Dr. Markus Jackenkroll</li> <li>- Lehrbeauftragte</li> </ul>
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (30h Vorlesung, 30h Praktikum, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme
Lernziele	<p>Durch Maßnahmen der Digitalisierung können Prozesse im Verkehr optimiert, alternative Angebote geschaffen und Emissionen reduziert werden. Zugrundeliegende Mobilitätsdateninfrastrukturen und aufbauende Technologien sollen seminaristisch untersucht und in ihrer Wirkung analysiert werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Kenntnisse</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ansätze der Digitalisierung im Verkehr</li> <li>- Aufbau von Datenplattformen</li> <li>- Bausteine eines Mobilitätsdatenökosystem</li> <li>- Formate und Schnittstellen von Mobilitätsdaten</li> </ul> </li> <li><b>Fertigkeiten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Skripttechnischer Zugriff auf Datenschnittstellen</li> <li>- Zugriff und Nutzung von Mobilitätsdaten</li> <li>- Definition von Bausteinen eines Mobilitätsdatenökosystems</li> </ul> </li> <li><b>Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einschätzung der Verwendbarkeit von Daten im Mobilitätskontext</li> <li>- Fortgeschrittene Kompetenzen im Zugriff auf Datenschnittstellen, deren Analyse und Präsentation</li> </ul> </li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einflussmöglichkeiten der Digitalisierung auf die Mobilität</li> <li>- Standards und Normen im Mobilitätsumfeld</li> <li>- Softwarebausteine und Architekturen von Mobilitätsdatenplattformen</li> <li>- Beispiele der Nutzung von Mobilitätsdaten</li> <li>- Werkzeuge zur Mobilitätsinformation</li> <li>- Datenerfassung im Mobilitätsumfeld</li> <li>- Lizenz- und datenschutzrechtliche Belange von Mobilitätsdaten</li> <li>- Smart Mobility als Bestandteil der Smart City</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Die einzelnen Lehrinhalte werden anhand von Anwendungsfällen an konkrete Beispielen analysiert.
Prüfung	Klausur (90 Minuten)
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jupyter Notebooks für Python</li> <li>- Mobilitätsdaten von verschiedenen Quellen</li> </ul>
Literatur	Flügge, Barbara: Smart Mobility. 2. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2020.

## 1.20 Modul Förderung Umweltverbund

Modulbezeichnung	<b>Förderung Umweltverbund</b>
Code	M1-UMWVER
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Maren Schnieder
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr. Maren Schnieder
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (30h Vorlesung, 15h Seminar, 105h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 3 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> </ul>
Lernziele	Die Studierenden lernen Möglichkeiten zur Förderung der Verkehrsmittel im Umweltverbund kennen. Sie sind in der Lage, Ziele, Maßnahmen und Wirkungskontrollen, z. B. in Verkehrsentwicklungsplänen (VEP) oder Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP), zu definieren bzw. zu konzipieren.
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fördermöglichkeiten Umweltverbund</li> <li>- Inhalte von VEP, SUMP</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erarbeiten von VEP und SUMP</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ziele definieren, Maßnahmen ableiten und Wirkungskontrollen festlegen</li> <li>- Umgang mit Zielkonflikten, Lösungen finden</li> <li>- In Projekten interdisziplinär planen und arbeiten</li> </ul>
Inhalt	Förderung des Rad- und Fußverkehrs sowie des ÖPNV als integrierte Aufgabe (SUMP)
Lehr- und Lernformen	Vorlesung mit Wechsel zwischen Vortrag (Tafelanschrieb und Beamer) und aktivierenden Elementen (Diskussion, Aufgaben). Studierende beteiligen aktiv an der Gestaltung der Wissensvermittlung, z. B. durch Wortbeiträge und Referate.
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portfolioprüfung (Hausarbeit 50 %, Präsentation 50 %)</li> <li>- Prüfung nur im Wintersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beamer</li> <li>- Tafel</li> <li>- Flipchart</li> </ul>
Literatur	

## 1.21 Modul Alternative Kraftstoffe und Antriebe

Modulbezeichnung	<b>Alternative Kraftstoffe und Antriebe</b>
Code	M1-ANTRIV
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Maren Schnieder
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr. Maren Schnieder
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (30h Vorlesung, 15h Seminar, 105h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 3 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> </ul>
Lernziele	Die Studierenden lernen verschiedene alternative Kraftstoffe und Antriebe für die Luftfahrt und den Straßengüterverkehr kennen. Sie sind in der Lage diese wirtschaftlich, technisch und ökologisch zu bewerten.
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stand der Technik zu alternativen Antriebsformen für Nutzfahrzeuge und Flugzeuge</li> <li>- Methoden zur Evaluation</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchführung zweckmäßiger Recherchen und Analysen</li> <li>- Präsentieren und Diskutieren</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hinterfragen von verkehrlichen Ideen, Vorstellungen und Denkmodellen</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nutzfahrzeuge und Flugzeuge mit</li> <li>- &gt; synthetischem Kraftstoffantrieb</li> <li>- &gt; Brennstoffzellen</li> <li>- &gt; alternativen Antriebsarten (z. B. Erdgas)</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung mit Wechsel zwischen Vortrag (Tafelanschrieb und Beamer) und aktivierenden Elementen (Diskussion, Aufgaben). Studierende beteiligen aktiv an der Gestaltung der Wissensvermittlung, z. B. durch Wortbeiträge und Referate.
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portfolioprüfung (Hausarbeit 50 %, Präsentation 50 %)</li> <li>- Prüfung nur im Wintersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beamer</li> <li>- Tafel</li> <li>- Flipchart</li> </ul>
Literatur	

## 1.22 Modul Evaluation und Bewertung nachhaltiger Mobilität

Modulbezeichnung	<b>Evaluation und Bewertung nachhaltiger Mobilität</b>
Code	M1-AKTMOB
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Maren Schnieder
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr. Maren Schnieder
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (30h Vorlesung, 30h Seminar, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> </ul>
Lernziele	Die Studierenden können ihr bereits erworbenes Fachwissen im Bereich der Verkehrsökologie anwenden um es mit den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, sozialen Aspekten und Akzeptanzgesichtspunkten zu kombinieren. Im Rahmen ökologieorientierter Planungsthemen sind die Studierenden in der Lage, sich mit Moderations-, Kompromiss- und Abwägungsfragen zu befassen. Sie sind mit aktuellen und praxisrelevanten Fragestellungen im Bereich der Verkehrsökologie vertraut.
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umweltbelastungen des Verkehrs, insbesondere deren Bewertung</li> <li>- Aktuelle Trends und Entwicklungen sowie Herausforderungen und Chancen</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchführung zweckmäßiger Recherchen und Analysen</li> <li>- Verkehrsökologische Aufgabenstellungen bearbeiten, deren Hintergründe darstellen und angemessene Lösungen entwickeln, präsentieren und verteidigen</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hinterfragen von verkehrlichen Ideen, Vorstellungen und Denkmodellen</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluation von Umweltbelastungen des Verkehrs</li> <li>- Werkzeuge der Statistik und Präsentation von Ergebnissen</li> <li>- Aktuelle Fragestellungen in Bezug auf Verkehrsökologie</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung mit Wechsel zwischen Vortrag (Tafelanschrieb und Beamer) und aktivierenden Elementen (Diskussion, Aufgaben). Studierende beteiligen aktiv an der Gestaltung der Wissensvermittlung, z. B. durch Wortbeiträge und Referate.
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portfolioprüfung (Hausarbeit 50 %, Präsentation 50 %)</li> <li>- Prüfung nur im Sommersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beamer</li> <li>- Tafel</li> <li>- Flipchart</li> </ul>
Literatur	

## 1.23 Modul Radverkehr

Modulbezeichnung	<b>Radverkehr</b>
Code	M1-RadVer
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Professur Radverkehr
Dozentinnen / Dozenten	Professur Radverkehr
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (45h Vorlesung, 15h Übung, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> </ul>
Lernziele	<p>Die Studierenden werden in die Lage versetzt, geeignete Radverkehrsanlagen entwerfen zu können. Sie erlangen ferner Kenntnisse, um ein Radverkehrskonzept zu entwickeln und Maßnahmen begründen und vorstellen zu können.</p>
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Führungsformen des Radverkehrs auf der Strecke</li> <li>- Radverkehrsführung an Knotenpunkten</li> <li>- Routenwahl von Radfahrenden</li> <li>- Erstellung eines kommunalen Radverkehrskonzeptes</li> <li>- Betrieb von Radverkehrsanlagen</li> <li>- Entwurf von Radverkehrsanlagen</li> <li>- Radverkehrsförderung auf kommunaler Ebene</li> <li>- Fahrradparken</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bedarf Fahrradparken abschätzen und Qualität kennen</li> <li>- Führungsformen auswählen und anwenden</li> <li>- Radverkehrsanlagen bewerten und entwerfen</li> <li>- Radverkehrsförderung auf kommunaler Ebene kennen</li> <li>- Maßnahmen zur Radverkehrsförderung entwickeln</li> <li>- Kommunales Konzept bedarfsgerecht entwickeln und begründen</li> <li>- Radverkehrsthemen vorstellen, präsentieren</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konzepte und Maßnahmen im Bereich Radverkehr argumentativ begründen</li> <li>- Kreative Lösungen zur Umsetzbarkeit in interdisziplinärer Zusammenarbeit finden</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Führungsformen des Radverkehrs auf der Strecke</li> <li>- Radverkehrsführung an Knotenpunkten</li> <li>- Routenwahl von Radfahrenden</li> <li>- Erstellung eines kommunalen Radverkehrskonzeptes</li> <li>- Betrieb von Radverkehrsanlagen</li> <li>- Entwurf von Radverkehrsanlagen</li> <li>- Radverkehrsförderung auf kommunaler Ebene</li> <li>- Fahrradparken</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung und Übung
Prüfung	Hausarbeit mit Präsentation
Medien / Lehrmaterialien	Tafel, Beamer
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empfehlungen für Radverkehrsanlagen FGSV</li> <li>- Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen FGSV</li> <li>- Hinweise zum Fahrradparken FGSV</li> <li>- Hinweise für Radvorrangrouten und Radschnellverbindungen FGSV</li> </ul>

## 1.24 Modul Numerik partieller Differentialgleichungen

Modulbezeichnung	<b>Numerik partieller Differentialgleichungen</b>
Code	M1-NumPDE
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Matthias Baitsch
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Matthias Baitsch
Sprache	Deutsch / Englisch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (45h Vorlesung, 15h Übung, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	Kenntnisse der Analysis im $\mathbb{R}^n$
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> </ul>
Lernziele	<p>Die Studierenden verstehen die mathematischen Grundlagen der Finite-Elemente-Methode zur näherungsweisen Lösung partieller Differentialgleichungen. Sie können die Methode in einer Programmierumgebung für verschiedene Problemstellungen umsetzen und mit dem selbst entwickelten Programm Berechnungen durchführen. Sie kennen die Möglichkeiten und Grenzen FEM-basierter Simulationsrechnungen und können dadurch existierende Programme in der Praxis kompetent anwenden.</p>
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Starke und schwache Formulierung von Randwertproblemen</li> <li>- Approximation von Funktionen mit geeigneten Basisfunktionen</li> <li>- Eigenschaften und Konvergenz der Näherungslösung</li> <li>- Fehlerquellen in FE-Berechnungen</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berechnungen mit FE-Programmen durchführen</li> <li>- Elementformulierungen herleiten und implementieren</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gültigkeit mathematischer Modelle bewerten</li> <li>- Geeignete numerische Modelle für ingenieurpraktische Fragestellungen erstellen</li> <li>- Berechnungsergebnisse kritisch hinterfragen und dabei potentielle Fehlerquellen kennen und bewerten</li> <li>- An der Entwicklung von FE-Programmen mitarbeiten</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Partielle Differentialgleichungen und Randwertprobleme</li> <li>- Schwache Form von Randwertproblemen: Testfunktionen, Linear- und Bilinearformen</li> <li>- Approximation von Funktionen mithilfe geeigneter Basisfunktionen</li> <li>- Überführung des Problems in ein lineares Gleichungssystem</li> <li>- Eigenschaften der Systemmatrix</li> <li>- Elementweise Integration</li> <li>- Wärmeleitung</li> <li>- Akustische Wellenausbreitung</li> <li>- Elastizitätsprobleme</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Studierende erarbeiten sich Lehrinhalte mithilfe von Erklärvideos und schriftlichen Unterlagen selbständig, an der Hochschule werden in kleinen Gruppen Übungs- und Programmieraufgaben gelöst und Fragen diskutiert (Flipped-Classroom).
Prüfung	Hausarbeit mit Präsentation
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lehrvideos</li> <li>- Tafel</li> <li>- Umfangreiche Übungsaufgaben</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Johnson, C.: Numerical Solutions of Partial Differential Equations by the Finite Element Method, Dover</li> <li>- Fish, J. and Belytschko, T.: A First Course in Finite Elements, Wiley</li> </ul>

## 1.25 Modul Landmanagement für regenerative Energiesysteme

Modulbezeichnung	<b>Landmanagement für regenerative Energiesysteme</b>
Code	M1-LaMRES
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Benedikt Frielinghaus
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Benedikt Frielinghaus
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (30h Vorlesung, 30h Seminar, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	Keine
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme
Lernziele	<p>Die Studierenden können raumplanerische Rahmenbedingungen und städtebauliche Planungen analysieren und auf konkrete Einzelfälle anwenden. Sie können die Anforderungen regenerativer Energiesysteme in planungsrechtliche Vorgaben integrieren und Lösungen zum Ausgleich konkurrierender Interessen erarbeiten.</p> <p><b>Kenntnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Raumplanerische und städtebauliche Planungsgrundsätze</li> <li>- Planungs- und ordnungsrechtliche Rahmenbedingungen regenerativer Energiesysteme</li> <li>- Boden- und immobilienwirtschaftliche Faktoren regenerativer Energiesysteme</li> <li>- Methoden zum Ausgleich konkurrierender Interessen</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Befähigung zur Anwendung rechtlicher Vorschriften auf praktische Fälle</li> <li>- Befähigung zur Erfassung und Bewertung von Ausgangssituationen mit Erarbeitung von Planungs- und Realisierungsszenarien mit Qualitätsbeurteilung</li> <li>- Befähigung zur wissenschaftlichen Projektarbeit</li> </ul> <p><b>Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selbstständige und eigenverantwortliche Bearbeitung von komplexen Planungsmaßnahmen für regenerative Energiesysteme</li> <li>- Wissen eigenständig erschließen</li> <li>- Verbesserung der Arbeitsorganisation durch Bearbeitung der Seminare in Kleingruppen</li> <li>- Team- und Kommunikationsfähigkeit und Übernahme von Verantwortung in der Gruppe</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inhalt und Ablauf von Raum-, Landes- und städtebaulicher Planung</li> <li>- Planungsgrundlagen, Liegenschaftskataster und Grundbuch</li> <li>- Bauplanungs- und Bauordnungsrecht mit Besonderheiten für regenerative Energiesysteme</li> <li>- Städtische und ländliche Bodenordnung mit Anwendungsmöglichkeiten für regenerative Energiesysteme</li> <li>- Grundlagen der Immobilienwirtschaft und Einflussfaktoren regenerativer Energiesysteme</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	In der Vorlesung werden den Studierenden die notwendigen Lehrinhalte vermittelt. Dabei werden die theoretischen Grundlagen durch die Behandlung praktischer Fallbeispiele veranschaulicht, gemeinsam analysiert, Lösungsansätze entwickelt und beurteilt. Die weitergehende Verknüpfung zur Praxis erfolgt im Rahmen von Seminararbeiten, indem die Studierenden aktuelle Fragestellungen zu planungs- und bodenrechtlichen sowie sozial- und gesellschaftspolitischen Themen behandeln.
Prüfung	Klausur (120 Minuten)
Medien / Lehrmaterialien	Beamer
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Battis, Ulrich; Krautzberger, Michael; Löhr, Rolf-Peter: Baugesetzbuch – Kommentar. 13. Auflage. München: C.H.Beck, 2016.</li> <li>- Kuschnerus, Ulrich: Der sachgerechte Bebauungsplan 2010</li> <li>- Dieterich, Hartmut: Baulandumlegung: Recht und Praxis. 5. Auflage. München, C.H.Beck, 2006</li> <li>- Korda, Martin u.a. (Hrsg.): Städtebau: Technische Grundlagen. 5. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2005.</li> </ul>

## 1.26 Modul Räumliche Entscheidungsunterstützung

Modulbezeichnung	<b>Räumliche Entscheidungsunterstützung</b>
Code	M1-RaumEn
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Carsten Keßler
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr. Carsten Keßler, Prof. i.V. Nicolai Moos
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (60h Seminar, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	Grundlagen der Geographie, sichere Anwendung von GIS
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme
Lernziele	<p>Das Modul Räumliche Entscheidungsunterstützung soll die Studierenden in die Lage versetzen, Modelle und Verfahren zur räumlichen Entscheidungsunterstützung sowie zur raumzeitlichen Simulation natürlicher und sozioökonomischer Prozesse fachgerecht zu entwickeln und anzuwenden.</p> <p><b>Kenntnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelle zur räumlichen Entscheidungsunterstützung</li> <li>- Zentrale Ansätze zur Modellierung raumzeitvarianter Prozesse</li> <li>- Verschiedene Verknüpfungsstrategien für GIS und Simulatoren</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- In Entscheidungsprozessen benötigte Geoinformation identifizieren können</li> <li>- Multidimensionale räumliche Analysemethoden für komplexe Fragestellungen (z.B. Standortplanung, Mobilitätsfragestellungen) auswählen und sicher anwenden können</li> <li>- Verschiedene Verknüpfungsstrategien für GIS und Simulatoren erläutern und praktisch umsetzen können</li> <li>- Selbstständig einfache Modelle zur Simulation und Prognose raumzeitvarianter Umwelt- bzw. sozioökonomischer Prozesse implementieren können</li> </ul> <p><b>Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Für einen gegebenen realen Prozess geeignete Modellierungsansätze identifizieren, deren Eignung bewerten und diese anwenden können</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelle und Verfahren der räumlichen Entscheidungsunterstützung (u.a. multikriterielle Analyse, Geodesign)</li> <li>- Formulierung von Fragestellungen und Zielen sowie Herleitung von Entscheidungskriterien</li> <li>- Anwendung von GI- und Statistik-Methoden zur räumlichen Entscheidungsunterstützung</li> <li>- Grundlegende Ansätze zur Modellierung natürlicher und sozio-ökonomischer Prozesse (deterministische Modelle, stochastische Modelle, Zelluläre Automaten, Multiagentensysteme, Neuronale Netze)</li> <li>- Modelle und Realität (Inkonsistenzen, Kalibrierung, Unsicherheiten, Fehlerfortpflanzung, Validierung)</li> <li>- Praktische Implementierung raumzeitvarianter Modelle zur Simulation und Prognose von Umweltprozessen</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Seminar
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hausarbeit mit Seminarvortrag, Prüfung nur im Sommersemester</li> <li>- Testat (aktive Seminarteilnahme, erfolgreich absolvierter Seminarvortrag) als Prüfungsvoraussetzung</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beamer, Tafel</li> <li>- Folien, Fallstudien aus der Praxis, wissenschaftliche Artikel</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- O'Sullivan, D.; Perry G.L.W. (2013): Spatial Simulation: Exploring Pattern and Process. West Sussex: John Wiley &amp; Sons</li> <li>- Fischer, M; Getis, A. (Hrsg.) (2010): Handbook of Applied Spatial Analysis. Software Tools, Methods and Applications. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag</li> <li>- Bungartz, H.-J. (2009): Modellbildung und Simulation: Eine Anwendungsorientierte Einführung. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag</li> <li>- Ford, A. (2009): Modeling the Environment. 2nd ed. Washington: Island Press</li> <li>- Lang, S.; Blaschke, T. (2007): Landschaftsanalyse mit GIS. Eugen Ulmer Verlag</li> <li>- Bossel, H. (2004): Systeme, Dynamik, Simulation: Modellbildung, Analyse und Simulation komplexer Systeme. Norderstedt: Books on Demand GmbH</li> <li>- Malczewski, J. (1999): GIS and Multicriteria Decision Analysis. Wiley &amp; Sons</li> </ul>



## 1.27 Modul Technisches Management

Modulbezeichnung	<b>Technisches Management</b>
Code	M1-TechMa
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Thomas Eder
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Thomas Eder
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (30h Vorlesung, 30h Übung, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme
Lernziele	<p>Managen bedeutet: „Führen auf ein Ziel“. Die alleinige Kenntnis von Information, Theorie- und/oder Faktenwissen reicht dazu nicht aus. Das übergeordnete Lernziel dieser Veranstaltung ist, dass die Studierenden die Sicht von Führungskräften des technischen Managements auf betriebliche Aufgaben kennenlernen und auf ausgewählte Bereiche von Industrieunternehmen anwenden können. Um die mit einer Managementaufgabe verbundenen, komplexen Zusammenhänge handhabbar zu machen, werden die Studierenden angeleitet, methodisch zu abstrahieren. Mit Hilfe von Kennzahlen und Messgrößen erlernen die Studierenden, sich eine auf die Aufgabenstellung bezogene Zielorientierung zu erarbeiten. Ausgehend von der Zielsetzung der Wirtschaftlichkeit eines Unternehmens liegt besonderes Gewicht auf der Befähigung zur ganzheitlichen Erkennung technischer, organisatorischer und wirtschaftlicher Zusammenhänge unter Beachtung von Umwelt und Soziales.</p>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Die Studierenden analysieren die bestehenden Organisationen von Industrieunternehmen und können mit Modellen und Methoden zur Organisationsentwicklung wie z.B. EFQM, Balance Score Card, Business Process Reengineering Verbesserungspotentiale ermitteln und aus Sicht der technischen Managements bewerten. Über die Analogie von Lean Production werden durch Lean Administration die Grundlagen erarbeitet, auch zu einer Verschlinkung der indirekten Abläufe in Unternehmen zu kommen.</li> <li>– Innerhalb der strategischen Produktentwicklung vertiefen die Studierende die Theorien, wie komplexe Produkte im betrieblichen Informationssystem beschrieben werden. Sie kennen die Herausforderungen, die die kundenorientierte Gestaltung von Produkten in Form von Varianten mit sich bringt, und lernen geeignete Maßnahmen aus Sicht des technischen Management abzuleiten.</li> <li>– Durch Vertiefung der Kenntnisse in der Kosten- und Investitionsrechnung sind die Studierenden in der Lage, Entscheidungen über die Kostenstruktur von Produkten zu treffen, fundierte Make-or-Buy-Entscheidungen zu begründen und Investitionsvorhaben zu beurteilen und darüber zu entscheiden.</li> <li>– Die Studierenden nehmen in Fallbeispielen die Rolle des technischen Managements ein und sollen Investitionsentscheidungen herbeiführen und wenden die Prinzipien und Methoden der Circular Economy (CE) bei einem CE-Planspiel an.</li> <li>– Abschließend erarbeiten Studierende die Vor- und Nachteile von Projektmanagement-Methoden/-Systemen und sind so in der Lage aus Sicht des Technischen Managements zu entscheiden, ob Projektmanagement als Organisationsform in einem beispielhaften Bereich verankert werden soll und welche PM-Methode für ein vorliegendes Beispiel eingesetzt werden soll.</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Seminaristische Vorlesung, vertiefende Übungen, Planspiele
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Klausurarbeit (90 Minuten, elektronisch gestützt, in der Hochschule)</li> <li>– Freiwillige Vorleistungen gemäß §9a Master-Rahmenprüfungsordnung können von dem Modulverantwortlichen angeboten werden. Zu Beginn der Vorlesungszeit werden die Studierenden darüber informiert, wie diese freiwilligen Vorleistungen zu erbringen sind.</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	Beamer, Moodle-Kurs, Skript
Literatur	Von Hauff, Michael: Grundwissen Circular Economy, UVK Verlag, 2023

## 1.28 Modul Energy and Environmental Policy

Module title	<b>Energy and Environmental Policy</b>
Code	M1-EEPol
Duration / Frequency	One semester / Each year in winter term
Responsible	Prof. Dr. Stephan Sommer
Lecturers	Prof. Dr. Stephan Sommer
Language	English
Workload	150 hours (60h Seminar, 90h Self driven work)
Credit points / Contact time	5 Credit points / 4 Hours per week
Required prerequisites	According to current examination regulations
Recommended prerequisites	
Study programmes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Master Renewable Energy Systems</li> <li>- Master Geothermal Energy Systems</li> </ul>
Learning goals	<p>Students acquire the skills to scientifically analyse energy and environmental economic issues. They learn the basic principles of German, European and international energy and environmental policy.</p> <p><b>Knowledge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentals of economic theory in energy and environmental economics</li> <li>- Current problems of (inter)national energy and environmental policy</li> <li>- (Efficient) instruments for the transformation to a decarbonised economy</li> <li>- Fundamentals of empirical research (definition, methods, areas of application)</li> <li>- Research sources for specialist literature on energy and environmental economics topics</li> </ul> <p><b>Skills</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowing the influences of energy and environmental policy on the energy markets</li> <li>- Identifying and assessing the external effects of energy supply</li> <li>- Analysing empirical studies for their methods and describing their contents</li> <li>- Researching literature for a given specialist topic</li> <li>- Quoting content from this specialist literature correctly and presenting it in a way that others can understand</li> </ul> <p><b>Competencies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Being able to exchange views on energy and environmental policy problems in the transformation of the energy system</li> <li>- Assessing the influence and suitability of energy and environmental policy instruments for solving problems in the transformation of the energy system</li> <li>- Evaluating new energy technologies under sustainability perspective</li> </ul>
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resource economics and energy economics</li> <li>- Fundamentals of environmental policy</li> <li>- Current political and economic problems in the field of environmental and climate economics</li> <li>- Internalisation of external effects</li> <li>- Merit order effect</li> <li>- International environmental policy</li> <li>- New technologies and sustainability</li> </ul>
Teaching format	Seminar-based teaching
Examination with elements	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hausarbeit mit Präsentation (Term paper with presentation)</li> <li>- Prüfung nur im Wintersemester (Exam only in the winter term)</li> </ul>
Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lecture notes</li> <li>- Digital projector</li> </ul>
Literature	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zweifel P., A. Praktiknjo, G. Erdmann; Energy Economics: Theory and Applications, Springer</li> <li>- Endres, A., V. Radke; Economics for Environmental Studies, Springer</li> <li>- Phaneuf, D., T. Requate; A Course in Environmental Economics, Cambridge University Press</li> <li>- Additional literature is provided in the form of referenced journal articles</li> </ul>

## 1.29 Modul Nachhaltigkeit in der Technik

Modulbezeichnung	<b>Nachhaltigkeit in der Technik</b>
Code	M1-NidT
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Semih Severengiz
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Semih Severengiz
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (45h Vorlesung, 15h Übung, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	Voraussetzung für die Teilnahme an dem Modul ist, dass das Bachelor-Modul 'Globale Nachhaltigkeit und Energiewende' erfolgreich absolviert wurde.
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme
Lernziele	Die Studierenden können technische Lösungen unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien analysieren und beurteilen. Sie sind in der Lage, Vor- und Nachteile unterschiedlicher Arten des Technikeinsatzes zu ermitteln. Weiterhin können sie im Kontext der Anwendung den bestmöglichen Technikeinsatz für Produkte, Prozesse, Verfahren und Dienstleistungen bestimmen. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind sie in der Lage, geeignete Methoden und Werkzeuge zur bestmöglichen Lösung ausgewählter Nachhaltigkeitsprobleme anzuwenden
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bedeutung von Technik für die Nachhaltigkeitswissenschaften</li> <li>- Potential von Technik zur Lösung von Nachhaltigkeitsproblemen</li> <li>- Ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Auswirkungen des Technikeinsatzes</li> <li>- Kriterien, Indikatoren und Messgrößen für Nachhaltigkeitsziele zur vergleichenden Beurteilung unterschiedlicher technischer Lösungsansätze</li> <li>- Lösung von Fallbeispielen zur systematischen Auswahl von Materialien, Verfahren und Prozessen unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung, Übungen
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hausarbeit mit einer mündlichen Prüfung (45 min.)</li> <li>- Prüfung nur im Sommersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tafel</li> <li>- Beamer</li> </ul>
Literatur	DIN-Fachbericht ISO/TR 14062:2003, Umweltmanagement – Integration von Umweltaspekten in Produktdesign und -entwicklung; Deutsche und englische Fassung ISO/TR 14062:2002.

### 1.30 Modul Groundwater Hydraulics

Module title	<b>Groundwater Hydraulics</b>
Code	M1-GrwHyd
Duration / Frequency	One semester / Each year in summer term
Responsible	Prof. Dr.-Ing. Bastian Welsch
Lecturers	Prof. Dr.-Ing. Bastian Welsch
Language	English
Workload	150 hours (30h Lecture, 30h Exercise, 90h Self driven work)
Credit points / Contact time	5 Credit points / 4 Hours per week
Required prerequisites	According to current examination regulations
Recommended prerequisites	
Study programmes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Master of Civil Engineering</li> <li>- Master of Environmental Engineering</li> <li>- Master Renewable Energy Systems</li> <li>- Master Geothermal Energy Systems</li> </ul>
Learning goals	<p>The course deals with the basic physical phenomena of groundwater flow, and groundwater flow related mass and heat transport processes in the subsurface. Moreover, it gives an introduction to practice related numerical simulation of these processes. Upon successful completion of the module, students will be able to ...</p> <p><b>Knowledge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Describe the fundamentals of hydrogeology.</li> <li>- Explain groundwater flow and the related mass and heat transfer processes in the subsurface.</li> </ul> <p><b>Skills</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan and design water wells / plan, perform and evaluate well pumping tests.</li> <li>- Perform numerical groundwater flow and transport simulations in a state-of-the-art simulation environment.</li> </ul> <p><b>Competencies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capture and assess the hydrogeological situation at a site and to transfer this into a numerical model concept.</li> <li>- Evaluate and critically question the results of a numerical groundwater flow and transport simulation.</li> </ul>
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction to Hydrogeology</li> <li>- Darcy Flow in Confined and Unconfined Aquifers</li> <li>- Variable Saturated Media</li> <li>- Material Transport in Groundwater</li> <li>- Heat Transport in Groundwater</li> <li>- Density Dependent Flow</li> <li>- Well Hydraulics and Pumping Tests</li> <li>- Groundwater flow-, heat and mass transport- simulation</li> </ul>
Teaching format	Lecture, practice-oriented exercises, software training
Examination with elements	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portfolioprüfung (Elemente: zwei schriftliche Tests [je 25 %], Lösen einer Modellierungsaufgabe [50%], + Reflexion des Lernprozesses [unbewertet]/Resümee). / Portfolio examination (elements: two written tests [25% each], solving a modeling problem [50%], + learning process reflection [unassessed]/resume).</li> <li>- Prüfung nur im Sommersemester / Exam only in the summer semester</li> </ul>
Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualizer, blackboard, beamer</li> <li>- E-learning platform Moodle</li> <li>- Slide script</li> <li>- Software FEFLOW</li> </ul>
Literature	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manual of Software FEFLOW</li> <li>- Further literature recommendation will be given in the lectures</li> </ul>

### 1.31 Modul Drilling Engineering

Module title	<b>Drilling Engineering</b>
Code	M1-Drill
Duration / Frequency	One semester / Each year in summer term
Responsible	Prof. Dr. Bastian Welsch
Lecturers	Dipl.-Ing. Volker Wittig, M.Sc.
Language	English
Workload	150 hours (30h Lecture, 15h Exercise, 105h Self driven work)
Credit points / Contact time	5 Credit points / 3 Hours per week
Required prerequisites	According to current examination regulations
Recommended prerequisites	
Study programmes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Master of Environmental Engineering</li> <li>- Master Renewable Energy Systems</li> <li>- Master Geothermal Energy Systems</li> </ul>
Learning goals	<p>The course presents an introduction to drilling technologies relevant for shallow and deep geothermal energy, focussing mainly on conventional mud drilling techniques as well as to some extent on advanced deep drilling technologies. Students learn how to plan a drilling project including wellbore planning and selection of toolings and devices. Upon successful completion of the module, students will be able to ...</p> <p><b>Knowledge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Describe the assembly of a drilling rig and the drill string, as well as the tasks of the individual components</li> <li>- Describe the operation, advantages and disadvantages of mud drilling</li> <li>- Explain the mud circulation system and describe the application areas of the various mud additives</li> <li>- Explain different LWD / MWD techniques</li> </ul> <p><b>Skills</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Calculate casing designs</li> <li>- Define the composition of the cost structure of a drilling project</li> </ul> <p><b>Competencies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Develop drilling concepts adapted to the geological conditions and the project purposes</li> <li>- Recognise potential drilling problems and work out solutions to avoid or overcome these problems</li> <li>- Identify drilling risks and initiate appropriate countermeasures</li> </ul>
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deep drilling basics; mechanical rock destruction process</li> <li>- Drilling techniques and process</li> <li>- Rotary drilling</li> <li>- Percussion drilling</li> <li>- Directional drilling</li> <li>- Innovative and unconventional drilling techniques (thermal, hydraulic, coiled tubing)</li> <li>- Drilling specific laboratory analysis</li> <li>- Mud logging</li> <li>- Health, safety issues and environmental impacts of drilling projects</li> </ul>
Teaching format	Classroom and hands on lectures, field work on the rig and its auxiliary equipment, laboratory experiments, practical case studies.
Examination with elements	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Referat / Presentation</li> <li>- Prüfung nur im Sommersemester / Exam only in the summer semester</li> </ul>
Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projector</li> <li>- Blackboard</li> <li>- Script</li> <li>- Drilling Rig and Tooling</li> </ul>
Literature	

## 1.32 Modul Large Scale Thermal Energy Storage Systems

Module title	<b>Large Scale Thermal Energy Storage Systems</b>						
Code	M1-GeoTES						
Duration / Frequency	One semester / Each year in winter term						
Responsible	Prof. Dr.-Ing. Bastian Welsch						
Lecturers	Prof. Dr.-Ing. Bastian Welsch						
Language	English						
Workload	150 hours (15h Lecture, 15h Exercise, 15h Seminar, 105h Self driven work)						
Credit points / Contact time	5 Credit points / 3 Hours per week						
Required prerequisites	According to current examination regulations						
Recommended prerequisites							
Study programmes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Master of Environmental Engineering</li> <li>- Master Renewable Energy Systems</li> <li>- Master Geothermal Energy Systems</li> </ul>						
Learning goals	<p>The course provides a sound understanding of the concepts, technologies and applications of thermal energy storage systems. Students learn to analyse relevant thermodynamic processes, consider design and operational aspects and develop application-related solutions to problems. The aim is to enable students to develop and implement efficient and sustainable solutions in the field of thermal energy storage. Upon successful completion of the module, students will be able to ...</p> <table> <tr> <td>Knowledge</td><td> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand the basics of thermal energy storage</li> <li>- Recall the working principles of different storage technologies</li> <li>- Explain the thermodynamic and kinetic processes involved in energy storage</li> </ul> </td></tr> <tr> <td>Skills</td><td> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apply analysis techniques to evaluate storage technologies and systems</li> <li>- Analyse and integrate energy storage systems into existing energy systems</li> <li>- Apply problem-solving strategies in the context of storage requirements and optimisation</li> </ul> </td></tr> <tr> <td>Competencies</td><td> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Assess design and operational aspects of thermal energy storage systems</li> <li>- Develop efficient and sustainable solutions for storage challenges</li> <li>- Assess the economics, reliability and environmental impact of storage systems</li> </ul> </td></tr> </table>	Knowledge	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand the basics of thermal energy storage</li> <li>- Recall the working principles of different storage technologies</li> <li>- Explain the thermodynamic and kinetic processes involved in energy storage</li> </ul>	Skills	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apply analysis techniques to evaluate storage technologies and systems</li> <li>- Analyse and integrate energy storage systems into existing energy systems</li> <li>- Apply problem-solving strategies in the context of storage requirements and optimisation</li> </ul>	Competencies	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assess design and operational aspects of thermal energy storage systems</li> <li>- Develop efficient and sustainable solutions for storage challenges</li> <li>- Assess the economics, reliability and environmental impact of storage systems</li> </ul>
Knowledge	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand the basics of thermal energy storage</li> <li>- Recall the working principles of different storage technologies</li> <li>- Explain the thermodynamic and kinetic processes involved in energy storage</li> </ul>						
Skills	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apply analysis techniques to evaluate storage technologies and systems</li> <li>- Analyse and integrate energy storage systems into existing energy systems</li> <li>- Apply problem-solving strategies in the context of storage requirements and optimisation</li> </ul>						
Competencies	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Assess design and operational aspects of thermal energy storage systems</li> <li>- Develop efficient and sustainable solutions for storage challenges</li> <li>- Assess the economics, reliability and environmental impact of storage systems</li> </ul>						
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energy Storage Systems and TES</li> <li>- Power-to-Heat and Heat Pumps</li> <li>- Chemical and Latent Heat Storage</li> <li>- Sensible Heat Storage</li> <li>- Geothermal and Solar District Heating</li> <li>- Seasonal Heat Storage Systems</li> <li>- Tanks and Ice-Storage</li> <li>- M-TES</li> <li>- Borehole Thermal Energy Storage</li> <li>- Aquifer Thermal Energy Storage</li> <li>- Assessment of Seasonal TES Systems</li> <li>- Introduction to Simulation with Modelica</li> </ul>						
Teaching format	Lectures alternate with exercises in which students learn and use Modelica-based software to simulate and optimise a thermal storage system in its entirety.						
Examination with elements	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hausarbeit mit Präsentation / Term paper with presentation</li> <li>- Prüfung nur im Wintersemester / Exam only in the winter semester</li> </ul>						
Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualizer, blackboard, beamer</li> <li>- E-learning platform Moodle</li> <li>- Slide script</li> <li>- Software tutorial</li> </ul>						
Literature	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Steinmann (2022): Thermal Energy Storage for Medium and High Temperatures</li> <li>- Dincer and Rosen (2021): Thermal Energy Storage: Systems and Applications</li> </ul>						

### 1.33 Modul Geothermal Heat and Power Plants

Module title	<b>Geothermal Heat and Power Plants</b>
Code	M1-GeoCHP
Duration / Frequency	One semester / Each year in summer term
Responsible	Prof. Dr.-Ing. Bastian Welsch
Lecturers	Prof. Dr.-Ing. Bastian Welsch
Language	English
Workload	150 hours (30h Lecture, 15h Exercise, 105h Self driven work)
Credit points / Contact time	5 Credit points / 3 Hours per week
Required prerequisites	According to current examination regulations
Recommended prerequisites	Parallel attendance of the course Groundwater Hydraulics
Study programmes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Master of Environmental Engineering</li> <li>- Master Renewable Energy Systems</li> <li>- Master Geothermal Energy Systems</li> </ul>
Learning goals	<p>The course focuses on deep geothermal systems. The students will learn the basic components, thermodynamic principles and stages in the development of geothermal power plants. Upon successful completion of the module, students will be able to ...</p> <p><b>Knowledge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explain the components of deep geothermal systems and geothermal power plants.</li> <li>- Differentiate methods of enhancing geothermal reservoirs.</li> <li>- Distinguish between different types of power plants, explain their operating principle and illustrate it in the form of process diagrams.</li> </ul> <p><b>Skills</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand the thermodynamic processes in a geothermal power plant and estimate the output of a power plant via simplified thermodynamic considerations.</li> <li>- Weigh the social and environmental implications associated with deep geothermal projects and know appropriate actions to counteract them.</li> </ul> <p><b>Competencies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluate site-specific conditions and, based on this, develop the deep geothermal concept best suited for the site in question.</li> <li>- Explain the steps required for successful geothermal project development and adapt them to the particular constraints.</li> </ul>
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deep Geothermal Systems and Global Resources</li> <li>- Types of Geothermal Power Plants</li> <li>- Thermodynamics of Geothermal Power Plants</li> <li>- Heat Exchanger System / Submersible Pumps</li> <li>- Pumping the Reservoir</li> <li>- Corrosion and Scaling Processes</li> <li>- Enhancing Geothermal Systems</li> <li>- Geothermal District Heating</li> <li>- Social and Environmental Impacts</li> <li>- Development Stages of a Deep Geothermal Project</li> <li>- Economics, Finance, and Risk Analysis of a Geothermal Project</li> <li>- Co-production of Lithium</li> </ul>
Teaching format	Lecture, practice-oriented exercises, group work, components of self-study
Examination	Klausur (90 Minuten) / Written exam (90 minutes)
Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visualizer, blackboard, beamer</li> <li>- E-learning platform Moodle</li> <li>- Slide script</li> </ul>
Literature	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DiPippo, R.: Geothermal Power Plants; DiPippo, R. (Edit.): Geothermal Power Generation.</li> <li>- Huenges, E.: Geothermal Energy Systems.</li> </ul>

### 1.34 Modul Geothermal Geology and Exploration

Module title	<b>Geothermal Geology and Exploration</b>
Code	M1-GeoExp
Duration / Frequency	One semester / Each year in winter term
Responsible	Prof. Dr.-Ing. Bastian Welsch
Lecturers	Prof. Dr.-Ing. Bastian Welsch
Language	English
Workload	150 hours (30h Lecture, 15h Seminar, 105h Self driven work)
Credit points / Contact time	5 Credit points / 3 Hours per week
Required prerequisites	According to current examination regulations
Recommended prerequisites	
Study programmes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Master of Environmental Engineering</li> <li>- Master Renewable Energy Systems</li> <li>- Master Geothermal Energy Systems</li> </ul>
Learning goals	<p>Students will learn the fundamentals of geothermal geology, the differentiation of different geothermal play types and the application of methods and concepts to estimate the geothermal potential of a certain region. Upon successful completion of the module, students will be able to ...</p> <p><b>Knowledge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Distinguish different geothermal play types and sketch their typical structure,</li> <li>- Specify the thermal and hydraulic characteristics of different geothermal plays,</li> <li>- Specify ranges of thermo-physical and hydraulic reservoir properties of a reservoir for an efficient production,</li> <li>- Explain the procedure for outcrop analog studies,</li> </ul> <p><b>Skills</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identify suitable regions for geothermal power and heat generation from their geological setting,</li> <li>- Identify problematic geological formations for shallow geothermal systems,</li> <li>- Apply methods to estimate the geothermal potential of a certain location,</li> </ul> <p><b>Competencies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Transfer the geothermal play type concept to unexplored geothermal locations,</li> <li>- Develop adapted geochemical and geophysical exploration strategies,</li> <li>- Extract relevant information from geoscientific publications, to present them and to question and discuss the scientific positions.</li> </ul>
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction into geothermal resources assessment</li> <li>- Introduction into geological systems</li> <li>- Fundamentals of geothermal play type concepts</li> <li>- Different geothermal plays</li> <li>- Exploration strategies</li> <li>- Case studies</li> <li>- Damage cases in shallow geothermal geology</li> </ul>
Teaching format	In the first part the basics will be taught as a lecture (with activating elements such as group work), in the further part students will independently delve into special topics and present them to the commilitons in the form of presentations and discuss them in a seminar-like manner. Moreover, the students will get some exercises to solve.
Examination with elements	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portfolioprfung (Elemente: zwei schriftliche Tests [je 30%], Präsentation [40%], + Reflexion des Lernprozesses [unbewertet]/Resümee). / Portfolio examination (elements: two written tests [30% each], presentation [40%], + learning process reflection [unassessed]/resume).</li> <li>- Prüfung nur im Wintersemester / Exam only in the winter semester</li> </ul>
Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Data projector</li> <li>- White Board or classic board</li> <li>- Moodle as e-learning plattform</li> <li>- Lecture slides</li> </ul>
Literature	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Harvey, C, Rüter, H., Moeck, I., Beardsmore, G (2016): Best practice on geothermal exploration</li> <li>- Press, F.; Siever, R. (1995): Earth.- Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg</li> <li>- Weber, J., Schulz, R. et al. (2016): Geothermal Energy, Leibniz Institute for Applied Geophysics</li> </ul>



## 1.35 Modul Hydro- and Geochemistry

Module title	<b>Hydro- and Geochemistry</b>
Code	M1-GeoChe
Duration / Frequency	One semester / Each year in winter term
Responsible	Prof. Dr.-Ing. Bastian Welsch
Lecturers	Dr. Isabella Nardini
Language	English
Workload	150 hours (30h Lecture, 15h Exercise, 105h Self driven work)
Credit points / Contact time	5 Credit points / 3 Hours per week
Required prerequisites	According to current examination regulations
Recommended prerequisites	
Study programmes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Master of Environmental Engineering</li> <li>- Master Renewable Energy Systems</li> <li>- Master Geothermal Energy Systems</li> </ul>
Learning goals	<p>The students learn to interpret chemical processes and fluid-/rock-reactions at low to moderate pT-conditions in the upper geosphere and in technical geothermal systems.</p> <p><b>Knowledge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- General chemical composition of rocks</li> <li>- Fundamentals of water-rock interaction</li> <li>- Chemical composition of groundwater and its regional dependencies</li> <li>- Principles of single-phase and 2-phase flow</li> <li>- Thermodynamics of fluids in the geosphere</li> <li>- Fundamentals of corrosion and scaling processes in the geosphere and related technical systems</li> </ul> <p><b>Skills</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Groundwater and minewater chemistry</li> <li>- Groundwater and gas sampling</li> <li>- Chemical analysis of groundwater</li> <li>- Solving simple stoichiometric equations</li> <li>- Simulation of component transport in groundwater</li> <li>- Prediction of scaling and corrosion processes</li> </ul> <p><b>Competencies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Predict fluid-rock interactions at given pT-conditions</li> <li>- Simulation of mineral solubility</li> <li>- Estimation of simple geochemical reservoir characteristics</li> <li>- Development of geochemical sampling and monitoring concepts</li> </ul>
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Groundwater quality</li> <li>- Physical and chemical basics</li> <li>- Processes in fluid flow and 2-phase flow</li> <li>- Thermodynamic model for mineral solubility in aqueous fluids</li> <li>- Fluids at elevated pressure and temperature</li> <li>- Element transport</li> <li>- Geochemical systems of different rock types</li> <li>- The carbonate system</li> <li>- Microbiology of groundwater bodies</li> <li>- Corrosion and scaling processes</li> <li>- Regional geochemical studies and exploration strategies</li> <li>- Toxicology of ground water compounds</li> <li>- Introduction to numerical simulation (PhreeqC)</li> </ul>
Teaching format	Lecture and practical computer exercises, project-based self-study, digital teaching format (100 %), synchronous with asynchronous elements.
Examination with elements	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hausarbeit mit Präsentation / Term paper with presentation</li> <li>- Prüfung nur im Wintersemester / Exam only in the winter semester</li> </ul>
Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projector and whiteboard</li> <li>- Textbooks and script</li> <li>- Field sampling and laboratory analysis equipment</li> <li>- Computer-based simulation tools</li> </ul>
Literature	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Script</li> <li>- Textbooks</li> <li>- Stanford / IGA scientific paper database</li> </ul>

## 1.36 Modul Computational Wave Propagation

Module title	<b>Computational Wave Propagation</b>
Code	M2-CompWP
Duration / Frequency	One semester / Each year in summer term
Responsible	Prof. Dr. E. H. Saenger
Lecturers	Prof. Dr. E. H. Saenger
Language	English
Workload	150 hours (45h Lecture, 45h Exercise, 60h Self driven work)
Credit points / Contact time	5 Credit points / 6 Hours per week
Required prerequisites	According to current examination regulations
Recommended prerequisites	
Study programmes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Master of Environmental Engineering</li> <li>- Master Renewable Energy Systems</li> <li>- Master Geothermal Energy Systems</li> </ul>
Learning goals	<p>The students will learn the fundamentals of computational wave propagation. This broad range of knowledge will be taught with a special emphasis to geothermal and hydrocarbon exploration.</p> <p><b>Knowledge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To know the fundamentals of computational wave propagation</li> <li>- E.g. to know how to use high-performance computer systems</li> <li>- E.g. to understand the application of computational wave propagation to digital rock physics</li> </ul> <p><b>Skills</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To apply the fundamentals of computational wave propagation</li> <li>- E.g. to predict effective material properties</li> <li>- E.g. to model wave propagation in complex systems like geothermal reservoirs or concrete</li> </ul> <p><b>Competencies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To apply the fundamentals of computational wave propagation to scientific projects</li> <li>- E.g. to upscale elastic properties to understand field scale observations</li> <li>- E.g. to interpret uncertainties in the computational wave propagation workflow</li> </ul>
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The basics of the computational wave propagation will be introduced: generation of a digital elastic model, preparation of all input files to start a simulation, visualization and processing of all output files, calculation of physical properties</li> <li>- The basics of parallel computing on high-performance computer systems will be introduced.</li> <li>- The basics of finite-difference-schemes to solve the elastodynamic wave equation will be introduced.</li> <li>- The parallel computer program 'Heidimod' to model elastic waves in highly heterogeneous and anisotropic media will be introduced in detail and will be applied to problems in the field of computational wave propagation</li> </ul>
Teaching format	Lecture and computer exercises to be solved
Examination with elements	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lab report (Homework)</li> <li>- Exam only in the summer term</li> </ul>
Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digital projector</li> <li>- Blackboard</li> <li>- Laptop</li> </ul>
Literature	Skript

## 1.37 Modul Reservoir-Engineering

Module title	<b>Reservoir-Engineering</b>
Code	M1-ResEng
Duration / Frequency	One semester / Each year in winter term
Responsible	Prof. Dr. E. H. Saenger
Lecturers	Prof. Dr. E. H. Saenger
Language	English
Workload	150 hours (45h Lecture, 15h Exercise, 90h Self driven work)
Credit points / Contact time	5 Credit points / 4 Hours per week
Required prerequisites	According to current examination regulations
Recommended prerequisites	
Study programmes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Master of Environmental Engineering</li> <li>- Master Renewable Energy Systems</li> <li>- Master Geothermal Energy Systems</li> </ul>
Learning goals	<p>The students will learn the fundamentals of reservoir engineering. This broad range of knowledge will be taught with a special emphasis to geothermal and hydrocarbon exploration.</p> <p><b>Knowledge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To know the fundamentals of reservoir engineering.</li> <li>- E.g. to understand microseismic monitoring</li> <li>- E.g. to understand geophysical data from boreholes</li> </ul> <p><b>Skills</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To apply the fundamentals of reservoir engineering.</li> <li>- E.g. to estimate the risks of reservoir stimulations</li> <li>- E.g. to estimate reservoir permeability</li> </ul> <p><b>Competencies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To transfer the fundamentals of reservoir engineering to scientific projects</li> <li>- E.g. to transfer the knowledge of several case histories to new sites.</li> <li>- E.g. to plan a reservoir monitoring system</li> </ul>
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentals of reservoir engineering with the focus on geothermal applications</li> <li>- Interpretation of downhole measurements</li> <li>- Interpretation of spinner results</li> <li>- Measuring reservoir permeability</li> <li>- Conceptual models of geothermal fields</li> <li>- Reservoir modelling</li> <li>- Reservoir monitoring</li> <li>- Reservoir stimulation</li> <li>- Case Histories</li> </ul>
Teaching format	Lecture with several interactions with the students
Examination with elements	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oral exam (in presence at the university or online)</li> <li>- Exam only in the winter term</li> </ul>
Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digital projector</li> <li>- Black board</li> </ul>
Literature	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grant MA and Bixley PF, 2011; Geothermal Reservoir Engineering</li> <li>- Zoback MD, 2010; Reservoir Geomechanics</li> </ul>

## 1.38 Modul Rock Physics

Module title	<b>Rock Physics</b>
Code	M2-RocPhy
Duration / Frequency	One semester / Each year in summer term
Responsible	Prof. Dr. E. H. Saenger
Lecturers	Prof. Dr. E. H. Saenger
Language	English
Workload	150 hours (45h Lecture, 15h Exercise, 90h Self driven work)
Credit points / Contact time	5 Credit points / 4 Hours per week
Required prerequisites	According to current examination regulations
Recommended prerequisites	
Study programmes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Master of Environmental Engineering</li> <li>- Master Renewable Energy Systems</li> <li>- Master Geothermal Energy Systems</li> </ul>
Learning goals	<p>The students will learn the fundamentals of rock physics. This broad range of knowledge will be taught with a special emphasis to geothermal and hydrocarbon exploration.</p> <p><b>Knowledge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To know the fundamentals of rock physics</li> <li>- E.g. to know the Gassmann and Biot theory</li> <li>- E.g. to know several theories to predict effective rock properties</li> </ul> <p><b>Skills</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To apply the fundamentals of rock physics</li> <li>- E.g. to estimate porosities of reservoir rocks</li> <li>- E.g. to estimate the permeability of reservoir rocks</li> </ul> <p><b>Competencies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To transfer the fundamentals of rock physics to scientific projects</li> <li>- E.g. to interpret field data on the basis of rock physical relationships</li> <li>- E.g. to understand the uncertainties of laboratory investigations</li> </ul>
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentals of rock physics.</li> <li>- Introduction to physical properties of sedimentary rocks (e.g. porosity, electrical conductivity, fluid transport properties).</li> <li>- Theoretical and experimental estimations of those properties.</li> <li>- Rock physical relationships from a theoretical, experimental and numerical point of view.</li> <li>- Upscaling: Connections of rock physical relationships on multiple scales.</li> <li>- Laboratory experiments.</li> </ul>
Teaching format	Lecture with several interactions with the students
Examination	Lab report (Homework)
Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blackboard</li> <li>- Digital projector</li> </ul>
Literature	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mavko, G., Mukerji, T. &amp; Dvorkin, J., 1998; The rock physics handbook: tools for seismic analysis in porous media.</li> <li>- Schön, J., 1997; Physical Properties of Rocks: Fundamentals and Principles of Petrophysics</li> <li>- Aki, K., P. Richards, 1980; Quantitative Seismology</li> </ul>

### 1.39 Modul Applied Geophysics

Module title	<b>Applied Geophysics</b>
Code	M1-APPGEO
Duration / Frequency	One semester / Each year in winter term
Responsible	Prof. Dr. E. H. Saenger
Lecturers	Prof. Dr. E. H. Saenger
Language	English
Workload	150 hours (45h Lecture, 15h Exercise, 90h Self driven work)
Credit points / Contact time	5 Credit points / 4 Hours per week
Required prerequisites	According to current examination regulations
Recommended prerequisites	
Study programmes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Master of Environmental Engineering</li> <li>- Master Renewable Energy Systems</li> <li>- Master Geothermal Energy Systems</li> </ul>
Learning goals	<p>The students will learn the fundamentals of applied geophysics. This broad range of knowledge will be taught with a special emphasis to geothermal and hydrocarbon exploration.</p> <p><b>Knowledge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To know the fundamentals of applied geophysics</li> <li>- E.g. seismic wave propagation</li> <li>- E.g. gravitation</li> </ul> <p><b>Skills</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To apply the fundamentals of applied geophysics</li> <li>- E.g. seismic imaging</li> <li>- E.g. interpretation of geophysical data</li> </ul> <p><b>Competencies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To transfer the fundamentals of applied geophysics to scientific projects</li> <li>- E.g. to apply electrical methods for leak tests of landfills</li> <li>- E.g. to evaluate reservoir properties from different geophysical techniques</li> </ul>
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentals of applied geophysics</li> <li>- (a) Seismic</li> <li>- Introduction to exploration seismics, wave propagation, fundamental rockphysics, refraction and reflection seismic data processing</li> <li>- (b) Potential methods</li> <li>- Rockphysics of potential methods, anomalies, measuring devices in gravimetry and magnetics, interpretation of gravimetric and magnetics data</li> <li>- (c) Geoelectric</li> <li>- Electric conductivity of rocks, geoelectric sounding and mapping, selfpotential method, induced polarization, VFL, VLF-R, magnetotellurics, geoelectric measuring devices</li> </ul>
Teaching format	Lecture with several interactions with the students
Examination with elements	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oral exam (in presence at the university or online)</li> <li>- Exam only in the winter term</li> </ul>
Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blackboard</li> <li>- Digital projector</li> </ul>
Literature	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., 1990; Applied Geophysics</li> <li>- Keary, P. &amp; Brooks, M, 1990; An Introduction to Geophysical Prospecting</li> <li>- Sheriff, R. &amp; L. Gelart, 1995; Exploration Seismology</li> </ul>

## 1.40 Modul Interdisziplinäres Energieprojekt 1

Modulbezeichnung	<b>Interdisziplinäres Energieprojekt 1</b>
Code	M1-IEP1
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jedes Semester
Verantwortlich	Alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs
Dozentinnen / Dozenten	Alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs
Sprache	Deutsch / Englisch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (45h Seminar, 105h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 3 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme
Lernziele	Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, fachspezifische Probleme nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig im Team zu bearbeiten. Sie haben im Team thematisch fächerübergreifend ein Grundverständnis für die Arbeits- bzw. Denkweisen, Methoden und Erkenntnismöglichkeiten unterschiedlicher energietechnischer Disziplinen und das Projektmanagement entwickelt. Mit dem erfolgreichen Absolvieren dieses Moduls sind Studierende in der Lage ...
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Die für die Projektbearbeitung notwendigen theoretischen Kenntnisse wiederzugeben</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundlegende Methoden des Projektmanagements anzuwenden</li> <li>– Sich im Team zu organisieren und zu kommunizieren</li> <li>– Teilaufgaben entsprechend der individuellen Kompetenzen unter den Teammitgliedern fair zu verteilen</li> <li>– Fehlende Fachkenntnisse zu erkennen und diese selbstständig zu erarbeiten</li> <li>– Projektergebnisse in adäquater Form schriftlich und mündlich gemeinschaftlich zu präsentieren</li> <li>– Energieprojekte mit Hinblick auf deren Wirtschaftlichkeit zu bewerten und verschiedene Varianten zu vergleichen</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ihr bislang im Studium erworbenes Wissen auf eine komplexere, interdisziplinäre Fragestellung/Projektaufgabe im Bereich der regenerativen Energiesysteme zu übertragen</li> <li>– Im Team verschiedene Lösungen zur Fragestellung/Projektaufgabe zu erarbeiten und die erarbeiteten Lösungen mit geeigneten Methoden zu bewerten</li> <li>– Eine Vorzugsvariante aus den erarbeiteten Lösungsansätzen zu identifizieren und diese vor Stakeholdern zu verteidigen</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Je nach Aufgabenstellung</li> <li>– Zwingend erforderlich: Grundlagen der Investitionsrechnung (Strom- bzw. Wärmegestehungskosten, CAPEX, OPEX)</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Ausschnittsweise Bearbeitung eines möglichst praxisnahen und interdisziplinären Planungs- oder Forschungsprojektes mit Energiebezug durch studentische Projektteams. Das nötige Fachwissen sowie konkrete Randbedingungen werden durch die Betreuer*innen im seminaristischen Unterricht eingebracht und teilweise selbst erarbeitet.
Prüfung	Hausarbeit mit Präsentation
Medien / Lehrmaterialien	Je nach Betreuer*innen
Literatur	Je nach Aufgabenstellung

## 1.41 Modul Interdisziplinäres Energieprojekt 2

Modulbezeichnung	<b>Interdisziplinäres Energieprojekt 2</b>
Code	M1-IEP2
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jedes Semester
Verantwortlich	Alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs
Dozentinnen / Dozenten	Alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs
Sprache	Deutsch / Englisch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (45h Seminar, 105h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 3 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme
Lernziele	<p>Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, fachspezifische Probleme nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig im Team zu bearbeiten. Sie haben im Team thematisch fächerübergreifend ein Grundverständnis für die Arbeits- bzw. Denkweisen, Methoden und Erkenntnismöglichkeiten unterschiedlicher energietechnischer Disziplinen und das Projektmanagement entwickelt. Mit dem erfolgreichen Absolvieren dieses Moduls sind Studierende in der Lage ...</p> <p><b>Kenntnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Die für die Projektbearbeitung notwendigen theoretischen Kenntnisse wiederzugeben</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundlegende Methoden des Projektmanagements anzuwenden</li> <li>– Sich im Team zu organisieren und zu kommunizieren</li> <li>– Teilaufgaben entsprechend der individuellen Kompetenzen unter den Teammitgliedern fair zu verteilen</li> <li>– Fehlende Fachkenntnisse zu erkennen und diese selbstständig zu erarbeiten</li> <li>– Projektergebnisse in adäquater Form schriftlich und mündlich gemeinschaftlich zu präsentieren</li> <li>– Energieprojekte mit Hinblick auf deren Wirtschaftlichkeit zu bewerten und verschiedene Varianten zu vergleichen</li> </ul> <p><b>Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ihr bislang im Studium erworbenes Wissen auf eine komplexere, interdisziplinäre Fragestellung/Projektaufgabe im Bereich der regenerativen Energiesysteme zu übertragen</li> <li>– Im Team verschiedene Lösungen zur Fragestellung/Projektaufgabe zu erarbeiten und die erarbeiteten Lösungen mit geeigneten Methoden zu bewerten</li> <li>– Eine Vorzugsvariante aus den erarbeiteten Lösungsansätzen zu identifizieren und diese vor Stakeholdern zu verteidigen</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Je nach Aufgabenstellung</li> <li>– Zwingend erforderlich: Grundlagen der Investitionsrechnung (Strom- bzw. Wärmegestehungskosten, CAPEX, OPEX)</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Ausschnittsweise Bearbeitung eines möglichst praxisnahen und interdisziplinären Planungs- oder Forschungsprojektes mit Energiebezug durch studentische Projektteams. Das nötige Fachwissen sowie konkrete Randbedingungen werden durch die Betreuer*innen im seminaristischen Unterricht eingebracht und teilweise selbst erarbeitet.
Prüfung	Hausarbeit mit Präsentation
Medien / Lehrmaterialien	Je nach Betreuer*innen
Literatur	Je nach Aufgabenstellung

## 1.42 Modul Ingenieurwissenschaftliche Studien RES 1

Modulbezeichnung	<b>Ingenieurwissenschaftliche Studien RES 1</b>
Code	M1-InRES1
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jedes Semester
Verantwortlich	Alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs
Dozentinnen / Dozenten	Alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (45h Seminar, 105h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 3 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme
Lernziele	Die Studierenden sind in der Lage, ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellungen im Rahmen von Forschungsprojekten unter enger Anleitung zu bearbeiten, die Ergebnisse zu dokumentieren und sie zu kommunizieren.
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusatzkenntnisse, die über das bisher im Studium erworbene Wissen hinausgehen und für die Bearbeitung der Aufgabenstellung notwendig sind</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teilaufgaben aus Forschungsprojekten verstehen, bearbeiten und zu Lösungsvorschlägen kommen</li> <li>- Vorgehensweise mit Betreuer*innen und Kommiliton*innen abstimmen</li> <li>- Literatur recherchieren</li> <li>- Experimentelle oder numerische Untersuchungen durchführen</li> <li>- Ingenieurwissenschaftliche Arbeiten schriftlich dokumentieren</li> <li>- Ergebnisse mündlich den Betreuer*innen erläutern</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selbständig und ggf. im Team an einer wissenschaftlichen Aufgabenstellung arbeiten</li> <li>- Die Ergebnisse auf Basis wissenschaftlichen Arbeitens dokumentieren</li> <li>- Die Ergebnisse mündlich präsentieren und kritische Rückfragen sicher beantworten können</li> <li>- Sich für weitergehende Mitarbeit in Forschungsprojekten qualifizieren</li> </ul>
Inhalt	Je nach Aufgabenstellung
Lehr- und Lernformen	Im Rahmen von Forschungsprojekten werden Teilaufgabenstellungen an die Studierenden weitergegeben und erläutert. Die Bearbeitung erfolgt allein oder in kleinen Teams von Studierenden. Dabei werden sie sehr eng in seminaristischer Form von den für das Forschungsprojekt verantwortlichen Betreuer*innen begleitet. Die Ergebnisse werden schriftlich dokumentiert und den zuständigen Professor*innen präsentiert.
Prüfung	Hausarbeit mit Präsentation
Medien / Lehrmaterialien	Entfällt
Literatur	Je nach Aufgabenstellung



### 1.43 Modul Ingenieurwissenschaftliche Studien RES 2

Modulbezeichnung	<b>Ingenieurwissenschaftliche Studien RES 2</b>
Code	M1-InRES2
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jedes Semester
Verantwortlich	Alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs
Dozentinnen / Dozenten	Alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (45h Seminar, 105h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 3 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme
Lernziele	Die Studierenden sind in der Lage, ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellungen im Rahmen von Forschungsprojekten unter enger Anleitung zu bearbeiten, die Ergebnisse zu dokumentieren und sie zu kommunizieren.
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusatzkenntnisse, die über das bisher im Studium erworbene Wissen hinausgehen und für die Bearbeitung der Aufgabenstellung notwendig sind</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Teilaufgaben aus Forschungsprojekten verstehen, bearbeiten und zu Lösungsvorschlägen kommen</li> <li>- Vorgehensweise mit Betreuer*innen und Kommiliton*innen abstimmen</li> <li>- Literatur recherchieren</li> <li>- Experimentelle oder numerische Untersuchungen durchführen</li> <li>- Ingenieurwissenschaftliche Arbeiten schriftlich dokumentieren</li> <li>- Ergebnisse mündlich den Betreuer*innen erläutern</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selbständig und ggf. im Team an einer wissenschaftlichen Aufgabenstellung arbeiten</li> <li>- Die Ergebnisse auf Basis wissenschaftlichen Arbeitens dokumentieren</li> <li>- Die Ergebnisse mündlich präsentieren und kritische Rückfragen sicher beantworten können</li> <li>- Sich für weitergehende Mitarbeit in Forschungsprojekten qualifizieren</li> </ul>
Inhalt	Je nach Aufgabenstellung
Lehr- und Lernformen	Im Rahmen von Forschungsprojekten werden Teilaufgabenstellungen an die Studierenden weitergegeben und erläutert. Die Bearbeitung erfolgt allein oder in kleinen Teams von Studierenden. Dabei werden sie sehr eng in seminaristischer Form von den für das Forschungsprojekt verantwortlichen Betreuer*innen begleitet. Die Ergebnisse werden schriftlich dokumentiert und den zuständigen Professor*innen präsentiert.
Prüfung	Hausarbeit mit Präsentation
Medien / Lehrmaterialien	Entfällt
Literatur	Je nach Aufgabenstellung

## 1.44 Modul Ingenieurwissenschaftliche Messtechnik RES

Modulbezeichnung	<b>Ingenieurwissenschaftliche Messtechnik RES</b>
Code	M1-MesRES
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Professorinnen und Professoren mit Labor
Dozentinnen / Dozenten	Beteiligte Professorinnen und Professoren mit Labor
Sprache	Deutsch / Englisch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (45h Praktikum, 105h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 3 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laborpraktikum</li> <li>- Passendes Grundlagenmodul zum gewählten Labor</li> </ul>
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme
Lernziele	Die Studierenden können eigenständig Versuche in den gewählten Laboren durchführen und die Messungen mit statistischen Verfahren auswerten und beurteilen. Sie kennen grundlegende und vertiefende Experimente der jeweiligen Fachrichtung und können detaillierte Prüfberichte erstellen.
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prüfnormen der jeweiligen Fachrichtung</li> <li>- Versuchsaufbauten der jeweiligen Fachrichtung</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswertung von Messergebnissen in Tabellenkalkulationsprogrammen</li> <li>- Auswertung von Messergebnissen in Matlab</li> <li>- Versuche aufbauen</li> <li>- Versuche durchführen</li> <li>- Ergebnisse dokumentieren</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenständige Einarbeitung in Messvorschriften</li> <li>- Recherche von Prüfnormen</li> <li>- Auswahl geeigneter Auswerteverfahren</li> <li>- Interpretation der Messergebnisse</li> <li>- Erstellung von Prüfberichten</li> </ul>
Inhalt	Prüfnormen der jeweiligen Fachgebiete
Lehr- und Lernformen	Vorlesung, Übungen mit Datenanalysesoftware, Praktikum
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laborbericht</li> <li>- Testat (Versuchsdurchführungen)</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tafel</li> <li>- Beamer</li> </ul>
Literatur	Entsprechende Prüfnormen, GUM

## 1.45 Modul Schlüsselkompetenzen MA

Modulbezeichnung	<b>Schlüsselkompetenzen MA</b>
Code	M1-SchlKo
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jedes Semester
Verantwortlich	Dekanat
Dozentinnen / Dozenten	Dozentinnen und Dozenten der BO Akademie
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden
Leistungspunkte	5 Leistungspunkte
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> </ul>
Lernziele	Aus dem Wahlangebot der BO Akademie können – mit Ausnahme der Englischkurse – frei Kurse im Bereich Schlüsselkompetenzen gewählt werden wie z.B. Projektmanagement, Rhetorik und Präsentation oder Interkulturelle Kommunikation. Die Lernziele ergeben sich deshalb aus dem Angebot der BO Akademie.
Inhalt	Je nach gewähltem Kurs der BO Akademie
Lehr- und Lernformen	Je nach gewähltem Kurs der BO Akademie
Prüfung	Je nach gewähltem Kurs der BO Akademie
Medien / Lehrmaterialien	Je nach gewähltem Kurs der BO Akademie
Literatur	Je nach gewähltem Kurs der BO Akademie



## 2 Module im zweiten Studienjahr

### **Pflichtmodule**

2.1	Masterarbeit und Kolloquium .....	50
-----	-----------------------------------	----

## 2.1 Modul Masterarbeit und Kolloquium

Modulbezeichnung	<b>Masterarbeit und Kolloquium</b>
Code	M2-MaK
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jedes Semester
Verantwortlich	Alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs
Dozentinnen / Dozenten	Alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	900 Stunden
Leistungspunkte	30 Leistungspunkte
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	Alle erforderlichen Wahlmodule
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme</li> </ul>
Lernziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage, ingenieurwissenschaftlichen Aufgaben aus den Themenfeldern des Bau- und Umweltingenieurwesens und der regenerativen Energiesysteme eingeständig zu bearbeiten, zu dokumentieren und im Rahmen eines Kolloquiums zu präsentieren.</p> <p><b>Kenntnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusatzwissen, das über das bisher im Studium Erlernte hinaus geht und für die Aufgabenbearbeitung notwendig ist.</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendung von Fachwissen</li> <li>- Aufgaben erkennen und lösen</li> <li>- Auch für neuartige Aufgabenstellungen Lösungsstrategien entwickeln</li> <li>- Ingenieurwissenschaftliche Arbeiten schriftlich dokumentieren</li> <li>- Literatur recherchieren und Software anwenden</li> <li>- Gegebenenfalls eigene Software programmieren</li> </ul> <p><b>Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selbständig und über einen längeren Zeitraum hinweg an einer komplexen Aufgabenstellung arbeiten</li> <li>- Die Ergebnisse auf Basis wissenschaftlichen Arbeitens dokumentieren</li> <li>- Die Ergebnisse mündlich präsentieren und kritische Rückfragen sicher beantworten können</li> <li>- Sich im Anschluss für Führungspositionen in der Wirtschaft oder für eine Promotion anbieten</li> </ul>
Inhalt	Je nach Aufgabenstellung
Lehr- und Lernformen	Die Masterarbeit soll weitestgehend selbständig verfasst werden. Die betreuenden Professor*innen stimmen die Aufgabenstellung mit der/dem Studierenden ab und stehen für Betreuungstermine zur Verfügung. Nach Korrektur der schriftlichen Arbeit erfolgt ein Schlusskolloquium mit Präsentation.
Prüfung	Abschlussarbeit mit Kolloquium
Medien / Lehrmaterialien	Entfällt
Literatur	Je nach Aufgabenstellung