

**MODULHANDBUCH  
MASTERSTUDIENGANG  
UMWELTINGENIEURWESEN**

(Prüfungsordnung 202X)

Wintersemester 2025/2026



# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>V</b>
1 Studienverlaufsplan . . . . .	V
2 Kompetenzentwicklung . . . . .	IX
<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 Gebäude- und Quartiersimulation . . . . .	5
1.5 Modul Geothermische Systeme für den Bestand – Innovation in Forschung und Praxis . . . . .	6
1.6 Modul Bauklimatik . . . . .	7
1.7 Modul Raumakustik . . . . .	8
1.8 Modul Integrierte Quartierplanung . . . . .	9
1.9 Modul Interdisziplinäres BIM-Seminar . . . . .	10
1.10 Modul Nachhaltigkeit und Lebenszyklusanalyse . . . . .	11
1.11 Modul Ingenieurmethoden der Brandschutzplanung . . . . .	12
1.12 Modul Wassermengenwirtschaft und Hydrometrie . . . . .	13
1.13 Modul Hochwasserrisikomanagement und numerische Methoden im Wasserbau . . . . .	14
1.14 Modul Urbane Klimaanpassung . . . . .	15
1.15 Modul Sanierung von siedlungswasserwirtschaftlichen Leitungsnetzen . . . . .	16
1.16 Modul Ökosysteme . . . . .	17
1.17 Modul Recyclingtechnologien . . . . .	18
1.18 Modul Energie aus Abfall . . . . .	19
1.19 Modul International Waste Management . . . . .	20
1.20 Modul Ausgewählte Kapitel der Umwelttechnik . . . . .	21
1.21 Modul Leit- und Informationssysteme . . . . .	22
1.22 Modul Straßenraumgestaltung im kommunalen Bestand . . . . .	23
1.23 Modul Verkehrssicherheit . . . . .	24
1.24 Modul Elektrische Verkehrssysteme IV 2 – Planung, Entwurf und Betrieb von elektrischen Verkehrssystemen im Individualverkehr . . . . .	25
1.25 Modul Elektrische Verkehrssysteme ÖV 2 – Planung, Entwurf und Betrieb von elektrischen Verkehrssystemen im Öffentlichen Verkehr . . . . .	26
1.26 Modul Vernetzung von Verkehrssystemen . . . . .	27
1.27 Modul Förderung Umweltverbund . . . . .	28
1.28 Modul Alternative Kraftstoffe und Antriebe . . . . .	29
1.29 Modul Evaluation und Bewertung nachhaltiger Mobilität . . . . .	30
1.30 Modul Radverkehr . . . . .	31
1.31 Modul Numerik partieller Differentialgleichungen . . . . .	32
1.32 Modul Verfahrenstechnik der Wasseraufbereitung – Trinkwasser – Abwasser – Klärschlamm . . . . .	33
1.33 Modul Groundwater Hydraulics . . . . .	34
1.34 Modul Drilling Engineering . . . . .	35
1.35 Modul Large Scale Thermal Energy Storage Systems . . . . .	36
1.36 Modul Geothermal Heat and Power Plants . . . . .	37
1.37 Modul Geothermal Geology and Exploration . . . . .	38
1.38 Modul Hydro- and Geochemistry . . . . .	39
1.39 Modul Computational Wave Propagation . . . . .	40
1.40 Modul Reservoir-Engineering . . . . .	41
1.41 Modul Rock Physics . . . . .	42
1.42 Modul Applied Geophysics . . . . .	43
1.43 Modul Ingenieurwissenschaftliche Studien 1 . . . . .	44
1.44 Modul Ingenieurwissenschaftliche Studien 2 . . . . .	45
1.45 Modul Ingenieurwissenschaftliche Studien 3 . . . . .	46
1.46 Modul Ingenieurwissenschaftliche Studien 4 . . . . .	47
1.47 Modul Ingenieurwissenschaftliche Messtechnik . . . . .	48
1.48 Modul Schlüsselkompetenzen MA . . . . .	49
<b>2 Module im zweiten Studienjahr</b>	<b>51</b>
2.1 Modul Masterarbeit und Kolloquium . . . . .	52



# 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.

#### Pflichtmodule des 1. Studienjahres

Pflichtmodule	Sommersemester LP	Wintersemester LP
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	10	5

<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.

Wahlpflichtmodule	Sommersemester LP	Wintersemester LP
-------------------	----------------------	----------------------

### Wahlpflichtmodule des 1. Studienjahres

Die Studierenden können ihre Studieninhalte aus einem umfangreichen und thematisch breit aufgestellten Modulkatalog wählen. Bei der Auswahl der Module sollten im Vorfeld Studienberatungsangebote in Anspruch genommen werden, um ein individuell passendes Studienprofil zusammenstellen zu können.

Wahlpflichtmodule	Sommersemester LP	Wintersemester LP
Gebäude- und Quartiersimulation		5
Geothermische Systeme für den Bestand - Innovation in Forschung und Praxis		5
Bauklimatik	5	
Raumakustik		5
Integrierte Quartierplanung	5	
Interdisziplinäres BIM-Seminar		5
Ingenieurmethoden der Brandschutzplanung		5
Wassermengenwirtschaft und Hydrometrie		5
Hochwasserrisikomanagement und numerische Methoden im Wasserbau	5	
Urbane Klimaanpassung	5	
Sanierung von siedlungswasserwirtschaftlichen Leitungsnetzen		5
Ökosysteme	5	
Recyclingtechnologien		5
Energie aus Abfall	5	
International Waste Management	5	
Ausgewählte Kapitel der Umwelttechnik		5
Leit- und Informationssysteme		5
Straßenraumgestaltung im kommunalen Bestand		5
Verkehrssicherheit		5
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
Förderung Umweltverbund		5
Alternative Kraftstoffe und Antriebe		5
Evaluation und Bewertung nachhaltiger Mobilität	5	
Radverkehr		5
Verfahrenstechnik der Wasseraufbereitung - Trinkwasser - Abwasser - Klärschlamm		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
Ingenieurwissenschaftliche Messtechnik		5
Nachhaltigkeit und Lebenszyklusanalyse	5	

Wahlpflichtmodule	Sommersemester LP	Wintersemester LP
Numerik partieller Differentialgleichungen <sup>1</sup>		5
Summe des Angebots	80	120

<sup>1</sup> Kann auch in englischer Sprache angeboten werden.

#### **Ergänzende Wahlpflichtmodule des 1. Studienjahres**

Wahlpflichtmodule	Sommersemester LP	Wintersemester LP
Ingenieurwissenschaftliche Studien 1	5	5
Ingenieurwissenschaftliche Studien 2	5	5
Ingenieurwissenschaftliche Studien 3	5	5
Ingenieurwissenschaftliche Studien 4	5	5
Schlüsselkompetenzen MA <sup>1</sup>	5	5
Summe des Angebots	25	25

<sup>1</sup> Das Modul „Schlüsselkompetenzen MA“ kann entweder im Sommersemester oder im Wintersemester belegt werden.

### 3. Semester

Das 3. Semester beinhaltet ausschließlich die abschließende Masterarbeit mit dem zugehörigen Kolloquium.

#### Pflichtmodule des 3. Semesters

Pflichtmodul	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 Umweltingenieurwesen 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 Umweltingenieurwesen 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 des Umweltingenieurwesens 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 des Umweltingenieurwesens 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 Umweltingenieurwesen 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 des Umweltingenieurwesens sowohl mit Fachkollegen 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.

# Studium

	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		●●●	●●	●●●	●			●●			●	
Bauklimatik	●●●	●●●	●●●	●●●	●	●●	●●●	●●●	●	●	●●●	●
Integrierte Quartierplanung	●●●	●●●	●●●	●	●	●	●●●	●●●	●	●●●	●●●	
Hochwasserrisikomanagement und numerische Methoden im Wasserbau		●●●	●●●	●●			●●			●		●
Urbane Klimaanpassung	●●●	●●●	●●●	●	●	●	●●●	●●●	●	●●●	●●●	
Ökosysteme	●●●	●●	●●●	●●	●●●	●●	●			●●	●●	
Energie aus Abfall	●●●	●●	●●●	●●		●●	●●		●		●●	●
International Waste Management	●●●	●●	●	●●	●	●●●	●●		●	●●●	●●●	
Elektrische Verkehrssysteme IV 2	●●●		●●●	●●●	●●	●●	●●					
Elektrische Verkehrssysteme ÖV 2	●●●		●●●	●●●	●●	●●	●●					
Evaluation und Bewertung nachhaltiger Mobilität				●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●	●●●	●●●	
Groundwater Hydraulics	●●●	●	●●●	●●		●●						
Drilling Engineering	●●●	●●	●●●	●●		●		●			●	●
Geothermal Heat and Power Plants	●●●	●●	●●	●●●	●	●	●●●	●●			●	●●
Computational Wave Propagation	●●●	●●●	●●●	●●●	●			●●●		●	●	
Rock Physics	●●●	●●●	●●●	●●●	●			●●●			●	
Nachhaltigkeit und Lebenszyklusanalyse	●●●	●●	●●●	●●	●		●●	●			●●	●
<b>Wintersemester</b>												
Mathematik B		●●●	●●	●●●	●		●	●●			●	
Gebäude- und Quartiersimulation	●●●	●●●	●●●	●●●	●	●●	●●●	●●●	●	●	●●●	●
Geothermische Systeme für den Bestand	●●●	●	●●	●●		●●	●●	●	●		●●	●
Raumakustik	●●●	●●●	●●●	●●●	●	●●●	●●●	●	●		●●●	●
Interdisziplinäres BIM-Seminar	●	●	●●	●●	●●	●●●	●		●	●●	●●	●●
Ingenieurmethoden der Brandschutzplanung	●●●	●	●●●	●●●		●●	●●			●	●	
Wassermengenwirtschaft und Hydrometrie		●●●	●●●	●●●	●					●●	●●	
Sanierung von siedlungswasserwirtschaftlichen Leitungsnetzen	●●●	●●	●●●			●●●	●●●		●●	●●	●●●	
Recyclingtechnologien	●●●		●●●	●●●		●●●	●●	●	●●●	●●●	●●●	●●
Ausgewählte Kapitel der Umwelttechnik	●●●	●●●		●●●	●					●●	●●●	
Leit- und Informationssysteme	●●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●		●	●●●	●●●	●
Straßenraumgestaltung im kommunalen Bestand	●●●	●	●●●	●●●		●●●	●			●●●	●●●	
Verkehrssicherheit	●●●	●●●	●●●	●●●		●●●	●●●	●		●●	●●●	
Vernetzung von Verkehrssystemen	●●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●			●●	●●	
Förderung Umweltverbund	●●●	●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●			●●	●●	
Alternative Kraftstoffe und Antriebe	●●●	●●●	●●●	●●●				●●●		●●	●●	

	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
Radverkehr	●●	●●	●●●	●●●	●	●●	●●	●●	●●	●●●	●●	
Verfahrenstechnik der Wasseraufbereitung	●●●	●●●	●	●●	●	●●●		●●		●●●	●●●	
Large Scale Thermal Energy Storage Systems	●●●	●●	●●●	●●	●	●		●●		●●	●●	
Geothermal Geology and Exploration	●●●	●●	●●	●●	●	●		●●		●●	●	
Hydro- and Geochemistry	●●●	●●	●●	●●	●	●		●●		●●	●●●	
Reservoir-Engineering	●●●	●●●	●●●	●●	●●			●●●		●	●	
Applied Geophysics	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●			●●●		●	●	
Ingenieurwissenschaftliche Messtechnik	●●●	●●	●●●	●●			●	●●		●	●●	●●
Numerik partieller Differentialgleichungen	●	●●●	●●	●●	●●●	●		●●●			●●	
<b>Jedes Semester</b>												
Ingenieurwissenschaftliche Studien I	●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
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	Gebäude- und Quartiersimulation	5
1.5	Geothermische Systeme für den Bestand – Innovation in Forschung und Praxis	6
1.6	Bauklimatik	7
1.7	Raumakustik	8
1.8	Integrierte Quartierplanung	9
1.9	Interdisziplinäres BIM-Seminar	10
1.10	Nachhaltigkeit und Lebenszyklusanalyse	11
1.11	Ingenieurmethoden der Brandschutzplanung	12
1.12	Wassermengenwirtschaft und Hydrometrie	13
1.13	Hochwasserrisikomanagement und numerische Methoden im Wasserbau	14
1.14	Urbane Klimaanpassung	15
1.15	Sanierung von siedlungswasserwirtschaftlichen Leitungsnetzen	16
1.16	Ökosysteme	17
1.17	Recyclingtechnologien	18
1.18	Energie aus Abfall	19
1.19	International Waste Management	20
1.20	Ausgewählte Kapitel der Umwelttechnik	21
1.21	Leit- und Informationssysteme	22
1.22	Straßenraumgestaltung im kommunalen Bestand	23
1.23	Verkehrssicherheit	24
1.24	Elektrische Verkehrssysteme IV 2 – Planung, Entwurf und Betrieb von elektrischen Verkehrssystemen im Individualverkehr	25
1.25	Elektrische Verkehrssysteme ÖV 2 – Planung, Entwurf und Betrieb von elektrischen Verkehrssystemen im Öffentlichen Verkehr	26
1.26	Vernetzung von Verkehrssystemen	27
1.27	Förderung Umweltverbund	28
1.28	Alternative Kraftstoffe und Antriebe	29
1.29	Evaluation und Bewertung nachhaltiger Mobilität	30
1.30	Radverkehr	31
1.31	Numerik partieller Differentialgleichungen	32
1.32	Verfahrenstechnik der Wasseraufbereitung – Trinkwasser – Abwasser – Klärschlamm	33
1.33	Groundwater Hydraulics	34
1.34	Drilling Engineering	35
1.35	Large Scale Thermal Energy Storage Systems	36
1.36	Geothermal Heat and Power Plants	37
1.37	Geothermal Geology and Exploration	38
1.38	Hydro- and Geochemistry	39
1.39	Computational Wave Propagation	40
1.40	Reservoir-Engineering	41
1.41	Rock Physics	42
1.42	Applied Geophysics	43
1.47	Ingenieurwissenschaftliche Messtechnik	48

## Ergänzende Wahlpflichtmodule

1.43	Ingenieurwissenschaftliche Studien 1	44
1.44	Ingenieurwissenschaftliche Studien 2	45
1.45	Ingenieurwissenschaftliche Studien 3	46
1.46	Ingenieurwissenschaftliche Studien 4	47
1.48	Schlüsselkompetenzen MA	49

## 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> </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 selbständig, 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> </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 selbstständig, 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 Gebäude- und Quartiersimulation

Modulbezeichnung Code	<b>Gebäude- und Quartiersimulation</b> M1-GebSim
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Michael Rath
Dozentinnen / Dozenten	- Prof. Dr. Michael Rath - Prof. Dr. Gerrit Höfker
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	- Bauphysik 1, Bauphysik 2, Grundlagen der Gebäudeenergietechnik - Alternativ: entsprechende Grundlagen aus anderen Ingenieurwissenschaften - Schulungen zum wissenschaftlichen Arbeiten, zur Literaturrecherche, Literaturverwaltung und zu Zitierstandards
Verwendbarkeit	- Masterstudiengang Bauingenieurwesen - Masterstudiengang Umweltingenieurwesen - Masterstudiengang Regenerative Energiesysteme
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,  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 15%;">Kenntnisse</div> <div style="width: 85%;"> <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> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 15%;">Fertigkeiten</div> <div style="width: 85%;"> <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> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 15%;">Kompetenzen</div> <div style="width: 85%;"> <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> </div> </div>
Inhalt	- Entwurf von energieeffizienten Gebäuden und Quartieren unter Berücksichtigung thermischer Behaglichkeit - Integration von erneuerbaren Energien in multivalente Systemlösungen für Gebäude und Quartiere - Simulation des Zusammenspiels von Gebäudetechnologien und -komponenten - Optimierung der Systemauslegung unter Berücksichtigung von CAPEX, OPEX und LCOE, ggf. auch unter Einsatz von MILP - Machine Learning zur Lastprognose und Modellierung von Systemverhalten - Thermische und energetische Simulationen für Gebäude und Quartiere
Lehr- und Lernformen	Vorlesung mit integrierten Übungen, Seminar
Prüfung mit Elementen	- Portfolioprüfung, Prüfungselemente: Fallstudie/Programmieren (25%), Referat (25%), Projektarbeit Gebäude- oder Quartierssimulation (50%), Lernprozess-Reflexion, Kolloquium - Prüfung nur im Wintersemester
Medien / Lehrmaterialien	Tafel, Beamer
Literatur	- EnergyPlus Documentation - Engineering Reference - Dokumentation Simulationssoftware

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

Modulbezeichnung Code	<b>Geothermische Systeme für den Bestand – Innovation in Forschung und Praxis</b> 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 style="text-align: right; margin-right: 20px;">Kenntnisse</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 style="text-align: right; margin-right: 20px;">Fertigkeiten</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 style="text-align: right; margin-right: 20px;">Kompetenzen</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

## 1.6 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 style="text-align: right; margin-right: 20px;">Kenntnisse</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 style="text-align: right; margin-right: 20px;">Fertigkeiten</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 style="text-align: right; margin-right: 20px;">Kompetenzen</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>

## 1.7 Modul Raumakustik

Modulbezeichnung	<b>Raumakustik</b>
Code	M1-Raumak
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Gerrit Höfker
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr. Gerrit Höfker
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bauphysik 1 – Grundlagen Schall, Wärme, Feuchte</li> <li>- Alternativ: Akustikgrundlagen aus anderen Ingenieurwissenschaften oder der Physik</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> </ul>
Lernziele	<p>Die Studierenden können Schallabsorber und Schallreflektoren entwerfen und raumakustisch anspruchsvolle Räume planen. Sie wenden dabei aktuelle Berechnungsverfahren und Computersimulationen an. Sie kennen überdies unterschiedliche raumakustische Messverfahren.</p>
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wissenschaftliche Grundlagen der Raumakustik</li> <li>- Best-Practice-Beispiele kennen</li> <li>- Messmethoden kennen</li> <li>- Berechnungsverfahren kennen</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenschaften von Schallabsorbern und -reflektoren berechnen</li> <li>- Raumakustische Anforderungen ermitteln</li> <li>- Raumakustische Messungen durchführen können</li> <li>- Raumakustische Simulationen durchführen können</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Raumakustische Konzepte erarbeiten und bewerten</li> <li>- Raumakustische Entwürfe erarbeiten</li> <li>- Geeignete Planungswerkzeuge wählen und anwenden</li> <li>- Raumakustische Messungen durchführen, Messbericht erstellen und bauliche Maßnahmen ableiten</li> <li>- Umfangreiche Projektarbeit erstellen und präsentieren</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hören</li> <li>- Wellengleichung, Schallfeldgrößen, Impedanzen, Schallabsorber, Reflektoren und Diffusoren, Nachhallzeiten, Messverfahren</li> <li>- Raumgeometrien, Impulsantworten, raumakustische Parameter (Deutlichkeitsgrad, Klarheitsmaß, STI), Messverfahren</li> <li>- Raumakustische Anforderungen (Besprechungsraum, Großraumbüro, Tonstudio, Konzertsaal, etc.)</li> <li>- Rechenverfahren für einfache Räume, Computersimulationen (Ray-Tracing) für anspruchsvolle Räume</li> <li>- Anwendungsbeispiele für numerische Berechnungen</li> <li>- Exkursionen</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung mit integrierten Übungen, Praktikum
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portfolioprüfung (Prüfungselemente: Programm schreiben in Python (25%), Referat (25%), Hausarbeit Raumakustische Messung und Simulation (50%), Lernprozess-Reflexion, Präsentation)</li> <li>- Testat; Prüfung nur im Wintersemester.</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tafel</li> <li>- Beamer</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Höfker, G. (2022): Schall. In: Willems, W. (Hrsg.): Lehrbuch der Bauphysik. 9. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg</li> <li>- Müller, G.; Möser, M. (2004): Taschenbuch der Technischen Akustik. 3. Auflage. Berlin: Springer-Verlag</li> <li>- Vorländer, M. (2008): Auralization – Fundamentals of Acoustics, Modelling, Simulation, Algorithm and Acoustic Virtual Reality. Berlin: Springer-Verlag</li> <li>- DIN 18041, VDI 2569, DIN EN ISO 354, DIN EN ISO 3382, ISO 17497</li> </ul>

## 1.8 Modul Integrierte Quartierplanung

Modulbezeichnung	<b>Integrierte Quartierplanung</b>
Code	M1-InQPL
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Iris Mühlenbruch
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, 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> </ul>
Lernziele	<p>Studierende werden in die Lage versetzt, Konzepte und Maßnahmen im Bereich der integrierten Quartiersplanung zu entwickeln und zu bewerten. Die Studierenden haben Kenntnisse über die integrierte Quartiersentwicklung, Sie haben ein Verständnis über eine nachhaltige Quartiersentwicklung im Bestand Sie kennen die rechtlichen Grundlagen und Rahmenbedingungen der verschiedenen Bereiche, insbesondere stadtbauphysikalische Aspekte, Aspekte der Energieversorgung und der Mobilitätsplanung.</p>
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechtliche Grundlagen und Rahmenbedingungen der Raum-, Stadt- und Umweltplanung</li> <li>- Inhalte von Quartierskonzepten</li> <li>- Grundlagen des städtebaulichen Entwurfs, städtebauliche Konzepte für den Bestand</li> <li>- Vertiefende Kenntnisse zu den Handlungsfeldern Energie, Mikroklima und Mobilität</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestandsaufnahme und Analyse von Bestandsquartieren</li> <li>- Abgrenzung von Quartieren</li> <li>- Bewertung der Ausgangslage im Quartier</li> <li>- Konzeption für eine integrierte Quartiersentwicklung unter Berücksichtigung der verschiedenen Bereiche</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konzepte zur integrierten Quartiersplanung erstellen und argumentativ vertreten.</li> <li>- Kreative Lösungen in interdisziplinärer Zusammenarbeit finden</li> <li>- Synergien zwischen den Bereichen finden und nutzen</li> <li>- Planungsziele mit Akteuren besprechen und diese einbinden</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen Quartier</li> <li>- Arten der Quartiersbezogenen Planungen</li> <li>- Ziele der Quartiersentwicklung, Einordnung SDGs</li> <li>- Aspekte der Energieversorgung im Quartier, Ansätze und Konzepte</li> <li>- Städtebauliche Entwurfsplanung</li> <li>- Stadtbauphysikalische Grundlagen der Quartiersentwicklung</li> <li>- Erschließungssysteme und Wohnbauformen</li> <li>- Klimaanpassung in der räumlichen Planung</li> <li>- Gastvorträge</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung mit Wechsel zwischen Vortrag (Tafelanschrieb und Beamer) und aktivierenden Elementen (Diskussionen, Aufgaben, Referate).
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portfolioprüfung</li> <li>- Prüfung nur im Sommersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tafel</li> <li>- Beamer</li> </ul>
Literatur	

## 1.9 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 style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; vertical-align: top;">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 style="vertical-align: top;">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 Bestandsaufnahmemodellen</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 style="vertical-align: top;">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 Bestandsaufnahmemodellen</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 Bestandsaufnahmemodellen</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 Bestandsaufnahmemodellen</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>- Leitfadens Geodäsie und BIM, DVW und Runder Tisch GIS e.V.</li> <li>- Richtlinienreihe VDI 2552 'Building Information Modeling'</li> </ul>						

## 1.10 Modul Nachhaltigkeit und Lebenszyklusanalyse

Modulbezeichnung	<b>Nachhaltigkeit und Lebenszyklusanalyse</b>
Code	B3-NaLeb
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Anke Nellesen
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr. Anke Nellesen
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> </ul>
Lernziele	<p>Die Studierenden können eigenständig Lebenszyklusanalysen von Bauprodukten und Bauwerken erstellen und analysieren. Sie kennen die gängigsten Zertifizierungssysteme zur Nachhaltigkeitsbewertung von Bauwerken und können diese einschätzen.</p> <p><b>Kenntnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kenntnisse über politische Aktivitäten bzgl. nachhaltiger Entwicklung und zu den Grundlagen der Technikfolgenforschung und -bewertung</li> <li>- Kenntnisse zu Methoden und Durchführung von Lebenszyklusanalysen nach DIN EN ISO 14040 mit funktioneller Einheit, Allokationsverfahren, Abschneideregeln, Wirkungskategorien</li> <li>- Kenntnisse über nationale und internationale Zertifizierungssysteme zur Nachhaltigkeitsbewertung im Bauwesen</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ökobilanzen nach der DIN EN ISO 14040 durchführen</li> <li>- Eigenständige Festlegung von Systemgrenzen, funktioneller Einheit, Allokationen</li> <li>- Aufstellung von Sachbilanzen</li> </ul> <p><b>Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachhaltigkeitskonzepte für Bauwerke erarbeiten und bewerten</li> <li>- Kritische Analyse der Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden nach den gängigen Zertifizierungssystemen</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Internationale und nationale Aktivitäten zum Thema Nachhaltigkeit</li> <li>- Zielkonflikte bei der Umsetzung ökologischer, sozialer und ökonomischer Aspekte</li> <li>- Analyse von Fallbeispielen aus den Bereichen Technikfolgenforschung und -bewertung, Ökobilanzierung und Lebenszyklusanalyse</li> <li>- Ganzheitliche Bilanzierung</li> <li>- Nationale und internationale Zertifizierungssysteme zur Nachhaltigkeitsbewertung von Bauwerken</li> <li>- Lebenszyklusanalyse von Bauprodukten und Gebäuden</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung, Durchführung und Lösung von Übungsaufgaben, eigenständiges Arbeiten
Prüfung	Schriftliche Hausarbeit mit Präsentation
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Folien und Beamer</li> <li>- Tafel</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DIN EN ISO 14040: Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen. Berlin: Beuth</li> <li>- DIN EN ISO 14044: Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen. Berlin: Beuth</li> <li>- Feifel, S./Walk, W./Wursthorn, S./Schebek, L. (2010): Ökobilanzierung 2009 – Ansätze und Weiterentwicklungen zur Operationalisierung von Nachhaltigkeit. Karlsruhe: KIT</li> <li>- Klöpffer, W./Grahl, B. (2009): Ökobilanz (LCA) – Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. Weinheim: Wiley</li> </ul>

## 1.11 Modul Ingenieurmethoden der Brandschutzplanung

Modulbezeichnung Code	<b>Ingenieurmethoden der Brandschutzplanung</b> M1-Brand
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Gerrit Höfker
Dozentinnen / Dozenten	Gereon Schiffer M.Sc.
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	Brandschutz
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> </ul>
Lernziele	<p>Die Studierenden können Abweichungen von bauordnungsrechtlichen Vorschriften erkennen und entsprechende Nachweisverfahren auswählen. Sie erlangen die Fähigkeit Brandschutzingenieurmethoden schutzzielorientiert auf Grundlage von Szenarienbetrachtungen und zugehöriger Risikobeurteilung anzuwenden. Ferner können sie über die Modellanwendung entscheiden und sich die Anwendung von Simulationsmodellen aneignen.</p>
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachweisverfahren im Brandschutzingenieurwesen nach DIN 18009</li> <li>- Brandeinwirkungen auf Tragwerke nach DIN EN 1991-1-2</li> <li>- Brandschutztechnische Regelungen in bauordnungsrechtlichen Vorschriften</li> <li>- Verfahren zur Identifizierung und Auswahl von Brand- und Räumungsszenarien</li> <li>- Brandsimulationsmodelle</li> <li>- Modelle zur Räumungssimulation</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchführung qualitativer Entwurfsanalysen und Abweichungen erkennen</li> <li>- Anwendung von Risikomethoden zur Auswahl von Szenarien</li> <li>- Bedienung des Brandsimulationsmodells FDS</li> <li>- Durchführung von makroskopischen Räumungsberechnungen</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entscheidung über die Anwendung von ingenieurtechnischen Nachweisen im Brandschutzingenieurwesen</li> <li>- Auswahl von Simulationsmodellen</li> <li>- Festlegung von Bemessungsszenarien</li> <li>- Interpretation von Simulationsergebnissen mit Bezug auf Schutz- und Nachweisziele</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung Brandschutzplanung und Überblick Nachweise Brandschutzingenieurwesen DIN 18009-1</li> <li>- Brand- und Räumungsszenarien, Risikomethoden, Zuverlässigkeitstheorie</li> <li>- Einführung in die Heißbemessung, Einwirkungen nach Eurocode 1</li> <li>- Bemessungsbrände und Brandsimulation</li> <li>- Räumungssimulation</li> <li>- Praxisversuche im Hörsaal</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesungen, Übungen, Experimente
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portfolioprüfung (Prüfungselemente: Hausarbeit mit Präsentation (50%), Fachgespräch (50%), Lernprozess-Reflexion)</li> <li>- Prüfung nur im Wintersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beamer</li> <li>- Tafel</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hosser, D. (Hrsg.): Leitfaden Ingenieurmethoden des Brandschutzes (4. Auflage). Altenberge: Technisch-Wissenschaftlicher Beirat (TWB) der vfdb e.V., 2020</li> <li>- DIN 18009-1: Brandschutzingenieurwesen – Teil 1: Grundsätze und Regeln für die Anwendung</li> <li>- Musterbauordnung, Muster-Industriebaurichtlinie, Musterverordnungen</li> </ul>

## 1.12 Modul Wassermengenwirtschaft und Hydrometrie

Modulbezeichnung Code	<b>Wassermengenwirtschaft und Hydrometrie</b> M1-WaMeHy
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Christoph Mudersbach
Dozentinnen / Dozenten	- Prof. Dr.-Ing. Christoph Mudersbach - Und Lehrbeauftragte
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	Vertiefte Kenntnisse in Wasserbau, Ingenieurhydrologie und technischer Hydromechanik
Verwendbarkeit	- Masterstudiengang Bauingenieurwesen - Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Lernziele	<p>Die Studierenden erlangen Fertigkeiten in der Planung eines nachhaltigen Wassermengenmanagements. Dies beinhaltet die Kenntnisse der Steuerung und Planung von Wasserspeichersystemen (z.B. Talsperren) im Hinblick auf das Hoch- und Niedrigwassermanagement. Die Studierenden kennen die hydrologischen und hydromechanischen Grundlagen von wasserwirtschaftlichen Speichersystemen und können die Abflussganglinie (Retention) aus ungesteuerten und gesteuerten Becken mittels der allgemeinen Speichergleichung berechnen. Sie kennen die Aufgaben von Wasserverbänden und können sich mit Argumenten und Anforderungen der unterschiedlichen Akteure in der Wasserwirtschaft kritisch auseinandersetzen. Die Studierenden kennen die unterschiedlichen Messmethoden der quantitativen Wasserwirtschaft und haben den Umgang mit typischen Messinstrumenten geübt.</p> <p><b>Kenntnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen wasserwirtschaftlicher Speichersysteme</li> <li>- Ungesteuerte und gesteuerte Becken</li> <li>- Allgemeine Speichergleichung</li> <li>- Deterministische Speicherbemessung</li> <li>- Stochastische Speicherbemessung</li> </ul> <p><b>Fertigkeiten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Studierende können Bemessungen von wasserwirtschaftlichen Speichern vornehmen und die Ergebnisse bewerten</li> <li>- Speichersysteme können hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Gewässer bewertet werden</li> </ul> <p><b>Kompetenzen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Studierende können für komplexe Probleme der Wasserspeicherung Lösungen erarbeiten</li> <li>- Die Analysen können Abflussmessungen durchführen und aus den Ergebnissen Wasserstands-Abflussbeziehungen ableiten</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen wasserwirtschaftlicher Speichersysteme</li> <li>- Ungesteuerte und gesteuerte Becken</li> <li>- Allgemeine Speichergleichung</li> <li>- Deterministische Speicherbemessung</li> <li>- Stochastische Speicherbemessung</li> <li>- Operative Wassermengenwirtschaft bei Wasserverbänden</li> <li>- Grundlagen von Abflussmesssystemen</li> <li>- Übungen zur deterministischen und stochastischen Speicherbemessung</li> <li>- Praktikum zu Abflussmessungen</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	In der Vorlesung werden mit Beamer und Tafelbild die theoretischen Inhalte vermittelt und anhand von Beispielen veranschaulicht. In Übungen und Praktika werden die Inhalte vertieft.
Prüfung	Hausarbeit mit mündlicher Prüfung
Medien / Lehrmaterialien	- Tafel - Beamer - Skript
Literatur	Siehe Empfehlungen in der Vorlesung

### 1.13 Modul Hochwasserrisikomanagement und numerische Methoden im Wasserbau

Modulbezeichnung Code	<b>Hochwasserrisikomanagement und numerische Methoden im Wasserbau</b> M1-NumWB
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Christoph Mudersbach
Dozentinnen / Dozenten	- Prof. Dr.-Ing. Christoph Mudersbach - Felix Simon, M.Sc.
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	Vertiefte Kenntnisse in Ingenieurhydrologie, Technischer Hydromechanik und Wasserbau
Verwendbarkeit	- Masterstudiengang Bauingenieurwesen - Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Lernziele	Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen des Hochwasserrisikomanagements und der numerischen Modellierung in der Wasserwirtschaft. Sie können die unterschiedlichen Modelltypen beschreiben und für Planungsaufgaben den jeweils passenden Modelltyp auswählen. Die Studierenden erkennen die Grenzen einer numerischen Modellierung und können die erzielten Ergebnisse einer Plausibilitätskontrolle unterziehen und bewerten. Die Studierenden haben anhand von praktischen Übungen eigene Erfahrungen mit konzeptionellen N-A-Modellen, sowie mit 1D- und 2D-hydrodynamisch-numerischen Modellen gesammelt und können diese anwenden. Zusätzlich werden Anwendungen von numerischen Modellen im Rahmen von Hochwasserrisikoanalysen besprochen.
Kenntnisse	- Kenntnisse mathematisch-physikalischen Grundlagen zur hydrodynamisch-numerischen Simulation - Sie können die Schritte Validierung, Kalibrierung, Verifizierung unterscheiden - Kenntnisse in der numerischen Simulation von Abflussvorgängen (1D, 2D) - Kenntnisse in Hochwasserrisikomanagement
Fertigkeiten	- Studierende können numerische Modelle für hydrologische und hydraulische Fragestellungen einsetzen - Sie sind in der Lage, die Güte und Validität der Modelle zu bewerten
Kompetenzen	- Die Studierenden sind in der Lage komplexe hydrologische und hydraulische Sachverhalte mittels numerischer Modell zu lösen
Inhalt	- Mathematisch-physikalische Grundlagen der numerischen Modellierung - Grundlagen der numerischen Lösung von Differentialgleichungen - Schritte einer numerischen Modellierung: Validierung, Kalibrierung, Verifizierung - Datengrundlagen für numerische Modelle - Übung zu Datenanalyse: MATLAB - Übung zu 2D-hydrodynamisch-numerischen Modellen: 2D GeoHEC-RAS
Lehr- und Lernformen	In der Vorlesung werden mit Beamer und Tafelbild die theoretischen Inhalte vermittelt und anhand von Beispielen veranschaulicht. In PC-Übungen werden die Modelle angewendet.
Prüfung	Mündliche Prüfung
Medien / Lehrmaterialien	- Tafel - Beamer
Literatur	Siehe Empfehlungen in der Vorlesung

## 1.14 Modul Urbane Klimaanpassung

Modulbezeichnung	<b>Urbane Klimaanpassung</b>
Code	M1-UrbKli
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Gerrit Höfker
Dozentinnen / Dozenten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prof. Dr.-Ing. Nolting, Prof. Dr.-Ing. Kazner, Prof. Dr. Heike Köckler</li> <li>- Prof. Dr.-Ing. Seipel, Prof. Dr.-Ing. Mühlenbruch, Prof. Dr. Höfker</li> <li>- Karl Jänike</li> </ul>
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	Keine
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> </ul>
Lernziele	<p>Studierende werden in die Lage versetzt, Konzepte und Maßnahmen im Bereich der klimaangepassten Stadt- und Straßenplanung zu entwickeln und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und Übertragbarkeit beurteilen zu können.</p>
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen Klimawandel und Klimaanpassung</li> <li>- Gesamtstädtische Konzepte, Leitfäden und innovative Ansätze zur klimaangepassten Stadtplanung, des Wassermanagements und der thermischen Belastung in der Stadt</li> <li>- Grundlagen aus den Regelwerken und Gesetzen zur Entwässerung von Straßen</li> <li>- Grundlagen der Meteorologie und der Thermophysik</li> <li>- Grundlagen der Stadtbegrünung</li> <li>- Grundlagen der Stadtgesundheit</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kanalnetzrechnungen durchführen</li> <li>- Kanalnetzrechnungen mit Aussagen zu potentiellen Überflutungen erstellen</li> <li>- Konzepte zur Straßenentwässerung erstellen</li> <li>- Klimaanpassungsmaßnahmen in den Themenfeldern thermische Belastung und Starkregenereignissen bzw. Überflutungsrisiko verstehen, ermitteln und beurteilen</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Konzepte zur klimaangepassten Stadt erstellen und argumentativ vertreten</li> <li>- Kreative Lösungen in interdisziplinärer Zusammenarbeit finden</li> <li>- Konzepte zur Klimaanpassung kennen, entwickeln, Wirksamkeit und Übertragbarkeit einschätzen und bewerten</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klimawandel und Klimaanpassung</li> <li>- Umgang mit Wasserknappheit, Nachhaltiges Wassermanagement in der Stadt</li> <li>- Starkregen, Entwässerung</li> <li>- Entwässerung von Stadtstraßen</li> <li>- Klimaanpassung in der Raum- und Stadtplanung</li> <li>- Bauphysikalische Aspekte der klimaangepassten Stadt</li> <li>- Human-Biometeorologie</li> <li>- Stadtbegrünung</li> <li>- Stadtgesundheit</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung mit Wechsel zwischen Vortrag (Tafelanschrieb und Beamer) und aktivierenden Elementen (Diskussionen, Aufgaben).
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portfolioprüfung (Prüfungselemente: schriftlicher Test (50%), Referat (50%), Lernprozess-Reflexion)</li> <li>- Prüfung nur im Sommersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beamer</li> <li>- Tafel</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- FGSV-Regelwerke: RAL, RAA, RAST, EAÖ, RIN, ERA, E Klima, REwS</li> <li>- DIN EN 752, DWA-A 100, DWA-A 118, DWA-A 531, DWA-M 119, DWA-M 609-1, DWA-M 609-2</li> <li>- VDI-Richtlinie 3787</li> <li>- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (2011): Handbuch Stadtklima</li> </ul>

## 1.15 Modul Sanierung von siedlungswasserwirtschaftlichen Leitungsnetzen

Modulbezeichnung	<b>Sanierung von siedlungswasserwirtschaftlichen Leitungsnetzen</b>
Code	M2-SanLei
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Nolting
Dozentinnen / Dozenten	- Prof. Dr.-Ing. Nolting - Dipl.-Ing. Most
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	Grundlagen der Siedlungswasserwirtschaft
Verwendbarkeit	- Masterstudiengang Bauingenieurwesen - Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Lernziele	Erwerb und Anwendung von Fähigkeiten zur Durchführung von Sanierungsplanungen für Wasserversorgungs- und Kanalnetze
Kenntnisse	- Planungsdaten ermitteln (hydraulischer Zustand, baulicher Zustand) - Verfahren zur Sanierung von Rohrleitungssystemen - Methoden zur Sanierungsplanung - Aufstellung von Sanierungskonzepten unter baulichen, ökologischen und wirtschaftlichen Aspekten - Bemessung von Versickerungsanlagen und Regenrückhaltebecken
Fertigkeiten	- Entwickeln von Konzepten zur Sanierungsplanung - Kritische Beurteilung von Sanierungsvarianten / Variantenauswahl - Befähigung zur Erstellung von ingenieurmäßigen Ausarbeitungen - Befähigung zur Nutzung anspruchsvoller Software zur Sanierungsplanung (Tiffany)
Kompetenzen	- Befähigung zur Präsentation der Ergebnisse - Verantwortliche Bearbeitung von Sanierungsprojekten - Planung unter ökologischen, baulichen und wirtschaftlichen Aspekten - Präsentation und Diskussion von Planungsergebnissen
Inhalt	- Zustand der Leitungsnetze - Schadensanalyse und Schadensklassifizierung - Methoden zur Zustandsbeschreibung und -bewertung - Sanierungsverfahren - Sanierungsplanung - Qualitätsprüfungen - Bauausführung
Lehr- und Lernformen	Vorlesung, Übung, eigenständige Projektarbeit, Nutzung spezifischer Software (Tiffany), arbeiten mit umfassendem e-learning Angebot (UNITRACC)
Prüfung	Hausarbeit mit mündlicher Prüfung
Medien / Lehrmaterialien	Skripte zu Vorlesung und Übung, Softwareprogramm Tiffany, e-learning-plattform UNITRACC
Literatur	- DWA Arbeitsblätter - Dietrich Stein ' Instandhaltung von Kanalisationen', Stein und Partner, Bochum

## 1.16 Modul Ökosysteme

Modulbezeichnung	<b>Ökosysteme</b>
Code	M1-Ökosys
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Sommersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Christian Kazner
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Christian Kazner
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (30h Vorlesung, 15h Übung, 15h Seminar, 90h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 4 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Lernziele	Erwerben vertiefter Kenntnisse der Ökologie im Hinblick auf die Ökosysteme entlang der Umweltkompartimente Wasser, Boden und Luft
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundkenntnisse und praxisnahe Arbeitsmethoden der Ökologie und des Umweltschutzes</li> <li>- Funktionen von aquatischen und terrestrischen Ökosystemen und der Atmosphäre</li> <li>- Gefährdungen und Maßnahmen zum Schutz von Ökosystemen</li> <li>- Ökosystemschutz und Umweltrecht</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Befähigung zur Entwicklung von Konzepten zum Schutz von Ökosystemen</li> <li>- Ökobilanzierung als integrierende Planungsmethode</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erlangen eines fundierten Grundwissens über die Zusammenhänge eines nachhaltigen</li> <li>- Umweltschutzes entlang der Kompartimente Wasser, Boden und Luft</li> <li>- Kreative Mitarbeit in Planungsprozessen</li> <li>- Teamfähigkeit im interdisziplinären Fachkontext</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ökologie und Umweltschutz, Gefährdung und Bewertung von Ökosystemen</li> <li>- Aktuelle Fragen und Ansätze der Umweltschutztechnik</li> <li>- Nachhaltiger Umgang mit Umweltressourcen</li> <li>- Ökologie und Ökonomie</li> <li>- Funktionsprinzipien von Ökosystemen – Wasser, Boden und Luft</li> <li>- Maßnahmen zum Schutz von Ökosystemen</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung, Übung/Seminar
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hausarbeit und Präsentation</li> <li>- Prüfung nur im Sommersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	Beamer, Visualizer
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nentwig, W., Bacher, S., Brandl, R. (2009) Ökologie kompakt, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg</li> <li>- Fent, K. (2013) Ökotoxikologie: Umweltchemie – Toxikologie – Ökologie, Thieme Verlag</li> <li>- Storm, P.-C. (2020) Umweltrecht: Einführung, Erich Schmidt Verlag</li> </ul>

## 1.17 Modul Recyclingtechnologien

Modulbezeichnung	<b>Recyclingtechnologien</b>
Code	M1-RecTec
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Peter Hense
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr. Peter Hense
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (15h Vorlesung, 30h Seminar, 105h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 3 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (Grundlagen der mechanischen) Verfahrenstechnik</li> <li>- Kreislaufwirtschaft oder International Waste Management</li> </ul>
Verwendbarkeit	Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Lernziele	<p>Die Studierenden können verschiedene Aufbereitungsschritte und dafür notwendige Aggregate zu einem Recyclingprozess mit vor- und nachgelagerten Prozessschritten verknüpfen. Sie kennen die entsprechenden Technologien für die Arbeitsschritte a) Aufschluss / Zerkleinerung, b) Sortierung, c) Recycling / Verwertung und d) Behandlung von Reststoffen. Auf dieser Basis vermittelt die Lehrveranstaltung den Teilnehmenden die Fähigkeit neue Recyclingprozesse gestalten und bestehende Prozesse optimieren zu können.</p>
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recyclingtechnologien für ausgewählte Altstoffe und Altprodukte</li> <li>- Auswirkungen vorgelagerter Prozessschritte auf Sortier- und Recyclingverfahren</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigkeiten eines Planers und Betreibers von Recyclinganlagen für ausgewählte Stoffströme</li> <li>- Geeignete Verfahren für den Aufschluss, die Sortierung, das Recycling und die Beseitigung von Reststoffen auswählen, kombinieren und Optimierungspotenziale erarbeiten zu können</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswahl und Kombination von verfahrenstechnischen (Recycling-)technologien zur Aufbereitung bestehender und zukünftiger Abfallströme</li> <li>- Bewertung von Verfahrenskonzepten nach Effizienz und Umweltgesichtspunkten sowie Ableitung von Optimierungsmöglichkeiten</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rechtliche Einordnung des Recyclings in die Abfallwirtschaft (KrWG, ARRL)</li> <li>- Einführung in die Recyclingtechnik (Hintergründe, Zielstellungen, Begriffsdefinitionen)</li> <li>- Mechanische Verfahren zur Vorbehandlung bzw. zum Aufschluss von Produktions- und Post-Consumer-Abfällen</li> <li>- Prozesse und Technologien zur Sortierung von Wert- und Störstoffen</li> <li>- Verfahren zum stofflichen Recycling von Bau- und Abbruchabfällen, Schrotten, Kunststoffabfällen sowie speziellen ausgewählten Stoffströmen (z. B. Elektroaltgeräte)</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Mit der sog. Jigsaw-Methode (Gruppenpuzzle) soll Fachwissen zum Recycling von Abfällen durch (Gruppen-)Zusammenarbeit kooperativ er- und bearbeitet werden. Die Studierenden durchlaufen in drei Arbeitsphasen eine festgelegte Phasenabfolge bestehend aus einer Einzelarbeit in den Lerngruppen, einem Austausch in den Expertengruppen sowie einer Zusammenfassung und Ergebnispräsentation in den ursprünglichen Lerngruppen.
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>- Tafel</li> <li>- Gruppendiskussionen</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Martens, H.; Goldmann, D. (2016): Recyclingtechnik. 2. Aufl. Springer Vieweg</li> <li>- Kranert, M. (2024): Einführung in die Kreislaufwirtschaft. 6. Aufl. Springer Vieweg</li> <li>- Weitere Literatur nach den jeweils ausgewählten Themen</li> </ul>

## 1.18 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

## 1.19 Modul International Waste Management

Module title	<b>International Waste Management</b>
Code	M1-InWM
Duration / Frequency	One semester / Each year in summer term
Responsible	Prof. Dr. Peter Hense
Lecturers	Prof. Dr. Peter Hense
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	Master of Environmental Engineering
Learning goals	The students know the fundamentals in international waste management, corresponding legislations as well as correlations between changed legal or social circumstances and international waste stream movements. Waste management concepts and projects could be developed, organized, and assessed.
Knowledge	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Advanced knowledge on recycling technologies</li> <li>- Transboundary movements of waste streams</li> <li>- Actual trends in international waste management</li> </ul>
Skills	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selection of suitable technologies for waste collection, sorting, and treatment</li> <li>- Comprehension of effects due to legal and illegal waste exports</li> <li>- Comprehension of relationships between national waste legislations and global allocation of waste streams</li> </ul>
Competencies	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Development of waste management concepts for selected regions and task</li> <li>- Project organization for treatment of selected waste streams</li> <li>- Assessment of approaches and projects regarding sustainable aspects</li> </ul>
Content	<ul style="list-style-type: none"> <li>- International waste legislation</li> <li>- Movement of waste streams in the European Union and globally</li> <li>- Differences and approaches of waste management worldwide including recycling technologies</li> <li>- Challenges for a circular economy in different regions</li> <li>- Drivers of globalized waste management and of sustainable waste management</li> <li>- Practical approaches and solutions e. g. best-of-two-world concepts</li> </ul>
Teaching format	Classroom and hands-on lectures plus discussions and tasks to be solved. Preparation and presentation of practical and scientific work.
Examination with elements	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thesis with presentation</li> <li>- Exam in summer semester only</li> </ul>
Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projector</li> <li>- Blackboard</li> <li>- Script</li> <li>- Flip Chart</li> </ul>
Literature	Script

## 1.20 Modul Ausgewählte Kapitel der Umwelttechnik

Modulbezeichnung	<b>Ausgewählte Kapitel der Umwelttechnik</b>
Code	M1-AKapUT
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr. Peter Hense
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr. Peter Hense
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> </ul>
Lernziele	Befähigung zur Ausarbeitung von Referaten und Präsentationen über aktuelle wissenschaftliche Themen aus dem Bereich der Umwelttechnik.
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchführung von Recherchen zu wissenschaftlichen Themen</li> <li>- Erstellen wissenschaftlicher Ausarbeitungen</li> <li>- Erwerb von wissenschaftlichen Kenntnissen in einem ausgewählten Fachgebiet</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Durchführung von Literaturrecherchen</li> <li>- Aufstellung von Ausarbeitungen zu aktuellen wissenschaftlichen Themen</li> <li>- Präsentation und Diskussion von Zwischen- und Endergebnissen</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erkennen von ganzheitlichen Zusammenhängen ausgewählter Gebiete der Umwelttechnik unter Berücksichtigung von Aspekten der Nachhaltigkeit.</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aktuelle Themen aus den Bereichen</li> <li>- Abfall- und Wasseraufbereitung,</li> <li>- Abwasserableitung,</li> <li>- Abwasser-, Abgas- und Abluftreinigung,</li> <li>- Ökologie und Nachhaltigkeit</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Seminar, Gruppenarbeit, Präsentation von Zwischenergebnissen, Diskussion
Prüfung mit Elementen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hausarbeit mit Präsentation</li> <li>- Prüfung nur im Wintersemester</li> </ul>
Medien / Lehrmaterialien	Gruppendiskussionen, Beamer, Flipchart
Literatur	Nach den jeweils ausgewählten Themen

## 1.21 Modul Leit- und Informationssysteme

Modulbezeichnung	<b>Leit- und Informationssysteme</b>
Code	M1-LISYS
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Seipel
Dozentinnen / Dozenten	Dipl.-Ing. Uwe Klar (Lehrbeauftragter)
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	Modul Verkehrssteuerung (B3-VSTEU)
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> </ul>
Lernziele	Die Studierenden können Systeme zur Steuerung des motorisierten Individualverkehrs entwerfen. Sie beherrschen die Techniken zur Verkehrssteuerung und Verkehrsbeeinflussung.
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leitsysteme zur Betriebssteuerung im ÖPNV</li> <li>- Steuerungsverfahren im motorisierten Individualverkehr, verkehrsabhängige Steuerungen</li> <li>- Aktuelle und zukünftige Aspekte der Verkehrssteuerung und Verkehrsbeeinflussung</li> <li>- Software-Anwendungen zur Signalprogrammbildung und Verkehrsflusssimulation</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verkehrsabhängige Steuerungsverfahren entwerfen und beurteilen</li> <li>- Nutzung anwendungsbezogener Software</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Steuerungsverfahren beurteilen</li> <li>- Ergebnisse präsentieren</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leitsysteme zur Betriebssteuerung im ÖV, Informationssysteme für den Fahrgast</li> <li>- Programmsysteme zur Signalprogrammbearbeitung</li> <li>- Aktuelle Themen der Verkehrssteuerung, zum Beispiel Mauterhebung, Wirkung von Geschwindigkeitswarnanlagen, Car2Car / Car2X-Kommunikation, autonomes Fahren</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Kombinierte Vorlesung und Übung: Vermittlung der notwendigen Lehrinhalte durch Präsentation, Tafelanschrieb, Fotos und Videos; vorgerechnete Übungen; durch die Studierenden eigenständig bearbeitete Übungsaufgaben; Diskussion von Beispielen aus der Praxis. Übungen: Anwendung aktueller Softwareanwendungen zu Signalprogrammsteuerungen. Exkursionen: Aufzeigen von Steuerungsverfahren im Betrieb.
Prüfung	Mündliche Prüfung
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tafel</li> <li>- Beamer</li> </ul>
Literatur	

## 1.22 Modul Straßenraumgestaltung im kommunalen Bestand

Modulbezeichnung Code	<b>Straßenraumgestaltung im kommunalen Bestand</b> M1-PLNBST
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Seipel
Dozentinnen / Dozenten	Dipl.-Ing. Michael Vieten (Lehrbeauftragter)
Sprache	Deutsch
Arbeitsaufwand	150 Stunden (15h Vorlesung, 15h Übung, 120h Eigenständiges Arbeiten)
Leistungspunkte / SWS	5 Leistungspunkte / 2 SWS
Voraussetzungen formal	Nach aktueller Prüfungsordnung
Voraussetzungen empfohlen	Grundlagenkenntnisse im kommunalen Straßenentwurf, z. B. 'Planung und Entwurf von Verkehrsanlagen (Bachelor, 3. Sem.)', 'Verkehrssysteme und -konzepte (Bachelor, 5. Sem.)'
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> </ul>
Lernziele	<p>Eine große Herausforderung in der kommunalen Straßen- und Verkehrsplanung ist es, die verschiedenen, z. T. nicht kombinierbaren und sich ändernden Nutzungsansprüche an Straßenräume adäquat zu berücksichtigen. Dies zudem i. d. R. auf begrenzten und fest umbauten Flächen. Die typisierten und standardisierten Entwurfsempfehlungen relevanter Planungsrichtlinien können hier oft nicht eins zu eins umgesetzt werden. Das Ziel dieses Modul ist es, die Studierenden für diese Problematik zu sensibilisieren und ihnen Werkzeuge und erweiterte Praxiserfahrungen zu vermitteln, mit denen sie ihr erworbenes Grundlagenwissen zum Straßenentwurf erweitern und darüber hinaus in der Lage sind, auch in komplexen und nicht standardisierten Räumen funktionale und verkehrssichere Lösungen zu erarbeiten.</p> <p style="text-align: right;">Kenntnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erweiterte Kenntnisse und Praxiswissen im Bereich der kommunalen Straßenraumgestaltung</li> </ul> <p style="text-align: right;">Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Straßenräume im kommunalen Bestand funktional und verkehrssicher gestalten unter Berücksichtigung der vorherrschenden Rahmenbedingungen und Zwangspunkte</li> </ul> <p style="text-align: right;">Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stadtstraßen im Hinblick auf die Funktionalität und Verkehrssicherheit beurteilen</li> <li>- Erarbeitete Kenntnisse in der Praxis anwenden</li> <li>- Visualisierung straßen- und verkehrsplanerischer Fragestellungen</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erweiterte Grundlagen der Straßenraumgestaltung</li> <li>- Erstellung von Vorentwürfen / Planungskonzepten</li> <li>- SWOT-Analyse von Straßenräumen</li> <li>- Umweltbelange in der kommunalen Straßenraumgestaltung</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Kombinierte Vorlesung und Übung: Vermittlung der notwendigen Lehrinhalte durch Präsentation, Tafelanschrieb, Fotos, Videos und digital bereitgestelltes Lehrmaterial; begleitete Übungen; durch die Studierenden eigenständig bearbeitete Übungsaufgaben; Diskussion von Beispielen aus der Praxis.
Prüfung	Entwurf mit mündlicher Prüfung
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tafel</li> <li>- Beamer</li> </ul>
Literatur	Relevante Richtlinien und Empfehlungen der Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen (FGSV), u. a. RASt, ERA, EFA.

## 1.23 Modul Verkehrssicherheit

Modulbezeichnung	<b>Verkehrssicherheit</b>
Code	M1-VSICH
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Seipel
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Seipel
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	Keine
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> </ul>
Lernziele	<p>Die Studierenden kennen die Grundlagen des Sicherheitsmanagements im Straßen- und Schienenverkehr. Sie sind in der Lage, Verkehrsanlagen hinsichtlich ihrer Verkehrssicherheit zu beurteilen.</p> <p style="text-align: right;">Kenntnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherheitsmanagement im Schienenverkehr</li> <li>- Sicherheitsmanagement der Straßenverkehrsinfrastruktur</li> <li>- Sicherheitsaudit von Straßen</li> <li>- Straßenverkehrsunfallgeschehen und -analysen</li> <li>- Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit</li> </ul> <p style="text-align: right;">Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erstellung von Sicherheitsaudits von Straßen</li> <li>- Durchführung örtlicher Unfalluntersuchungen</li> <li>- Aufbereitung und Analyse von Unfalldaten</li> <li>- Ableiten von Handlungsempfehlungen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit</li> </ul> <p style="text-align: right;">Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verkehrssicherheit im Bestand beurteilen</li> <li>- Sicherheitsdefizite im Planungsprozess erkennen und beheben</li> <li>- Große Datenmengen aufbereiten und analysieren</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherheitsmanagement im Straßen- und Schienenverkehr</li> <li>- Örtliche Unfalluntersuchung</li> <li>- Unfallkenngößen</li> <li>- Sicherheitsaudit von Straßen</li> <li>- Analyse von Unfalldaten</li> <li>- Statistik von Straßenverkehrsunfällen, Unfallkenngößen</li> <li>- Komplexität von Verkehrsanlagen</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Kombinierte Vorlesung und Übung: Vermittlung der notwendigen Lehrinhalte durch Präsentation, Tafelanschrieb, Fotos und Videos; vorgerechnete Übungen; durch die Studierenden eigenständig bearbeitete Übungsaufgaben; Diskussion von Beispielen aus der Praxis.
Prüfung	Hausarbeit mit mündlicher Prüfung
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tafel</li> <li>- Beamer</li> <li>- Ergänzungsskript</li> </ul>
Literatur	

## 1.24 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	

## 1.25 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>- Ö-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	

## 1.26 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	

## 1.27 Modul Förderung Umweltverbund

Modulbezeichnung Code	<b>Förderung Umweltverbund</b> 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	

## 1.28 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	

## 1.29 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	<p>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.</p>
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	

### 1.30 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>- Radverkehrsforderung 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>

## 1.31 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 näherungsweise 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>

## 1.32 Modul Verfahrenstechnik der Wasseraufbereitung – Trinkwasser – Abwasser – Klärschlamm

Modulbezeichnung	<b>Verfahrenstechnik der Wasseraufbereitung – Trinkwasser – Abwasser – Klärschlamm</b>
Code	M1-VTWas
Dauer / Turnus	Ein Semester / Jährlich im Wintersemester
Verantwortlich	Prof. Dr.-Ing. Christian Kazner
Dozentinnen / Dozenten	Prof. Dr.-Ing. Christian Kazner
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	Grundlagen der Siedlungswasserwirtschaft
Verwendbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> </ul>
Lernziele	<p>Erwerben vertiefter Kenntnisse aus der Wasseraufbereitung und Schlammbehandlung, z. B. durch Flotation, Adsorption, Oxidation, Desinfektion, Ionenaustausch, Membranverfahren etc. Befähigung zur Durchführung von verantwortlichen Planungen von Aufbereitungsanlagen</p>
Kenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ermittlung der Bemessungsgrundlagen (Mengen, Konzentrationen, Frachten)</li> <li>- Kennen der verfahrenstechnischen Grundlagen einzelner Aufbereitungsverfahren</li> <li>- Möglichkeiten zur Wasserwiederverwendung</li> <li>- Bemessung von Anlagen zur Wasseraufbereitung</li> </ul>
Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahrenstechnische und konstruktive Planung von Wasseraufbereitungsanlagen</li> <li>- Befähigung zur Nutzung anspruchsvoller Software beim Entwurf von Aufbereitungsanlagen</li> <li>- Befähigung zur Erstellung von ingenieurmäßigen Ausarbeitungen</li> </ul>
Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Strategien zur Lösung von Problemen bei Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung</li> <li>- Verständnis der Zusammenhänge zwischen Wasseraufbereitung und Umwelt/Ökosystemen</li> <li>- Verantwortliche Planung von Aufbereitungs- und Behandlungsanlagen</li> </ul>
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausgewählte Aspekte der Prozess- und Verfahrenstechnik</li> <li>- Verfahren der Trinkwasseraufbereitung, Abwasserbehandlung und Wasserwiedergewinnung</li> <li>- Verfahren der Schlammbehandlung, Sekundärrohstoffrückgewinnung und Prozesswasserbehandlung</li> </ul>
Lehr- und Lernformen	Vorlesung und Übung/Seminar, Computerpraktikum
Prüfung	Mündliche Prüfung
Medien / Lehrmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beamer</li> <li>- Flipchart</li> </ul>
Literatur	Metcalf & Eddy, Inc. and G. Tchobanoglous, H. D. Stensel, R. Tsuchihashi, and F. Burton (2014) Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery, 5th Edition, McGraw Hill

### 1.33 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 style="text-align: right;">Knowledge</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 style="text-align: right;">Skills</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 style="text-align: right;">Competencies</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>

## 1.34 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>
Knowledge	<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>
Skills	<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>
Competencies	<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	

## 1.35 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> <p><b>Knowledge</b></p> <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> <p><b>Skills</b></p> <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> <p><b>Competencies</b></p> <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>

## 1.36 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>

## 1.37 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>- Portfolioprüfung (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>

## 1.38 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>

### 1.39 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

## 1.40 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 style="text-align: right;">Knowledge</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 style="text-align: right;">Skills</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 style="text-align: right;">Competencies</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>

## 1.41 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 style="text-align: right;">Knowledge</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 style="text-align: right;">Skills</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 style="text-align: right;">Competencies</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>

## 1.42 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>

### 1.43 Modul Ingenieurwissenschaftliche Studien 1

Modulbezeichnung	<b>Ingenieurwissenschaftliche Studien 1</b>
Code	M2-IngSt1
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> </ul>
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 Studien 2

Modulbezeichnung	<b>Ingenieurwissenschaftliche Studien 2</b>
Code	M2-IngSt2
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> </ul>
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

## 1.45 Modul Ingenieurwissenschaftliche Studien 3

Modulbezeichnung	<b>Ingenieurwissenschaftliche Studien 3</b>
Code	M2-IngSt3
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> </ul>
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

## 1.46 Modul Ingenieurwissenschaftliche Studien 4

Modulbezeichnung	<b>Ingenieurwissenschaftliche Studien 4</b>
Code	M2-IngSt4
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> </ul>
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

## 1.47 Modul Ingenieurwissenschaftliche Messtechnik

Modulbezeichnung	<b>Ingenieurwissenschaftliche Messtechnik</b>
Code	M1-Mess
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Masterstudiengang Bauingenieurwesen</li> <li>- Masterstudiengang Umweltingenieurwesen</li> </ul>
Lernziele	<p>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.</p>
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

## 1.48 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 .....	52
-----	-----------------------------------	----

## 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 style="padding-left: 40px;">Kenntnisse</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 style="padding-left: 40px;">Fertigkeiten</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 style="padding-left: 40px;">Kompetenzen</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