



Universität Kassel, Fachbereich Bauingenieur- und Umweltingenieurwesen

# **Modulhandbuch für den Studiengang**

## **Master of Science (M. Sc.)** **Umweltingenieurwesen**

PO 2014

Änderungsordnungen der 1. Änderung vom 30.06.2015 und der  
2. Änderung vom 30.05.2017.

Stand 01.09.2025

# Inhaltsverzeichnis

Studienziele und Kompetenzprofil .....	5
Exemplarischer Studienverlauf Masterstudiengang Umweltingenieurwesen (Stand 02.05.2017).....	8
Studieninformationen zu den Schwerpunkten und Ergänzungsbereichen .....	9
<b>M1 Schwerpunkt Umwelttechnik A .....</b>	<b>11</b>
M1.1 Abfall- und Ressourcenwirtschaft .....	11
M1.1.1 Bauabfälle und Deponien .....	11
M1.1.2 Nachhaltiges Ressourcenmanagement.....	14
M1.1.3 Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen der globalen Rohstoffproduktion .....	17
M1.1.4 Vertiefung Ressourcenmanagement und Abfalltechnik .....	20
M1.2 Hydrologie und Stoffhaushalt.....	23
M1.2.1 Wassergütemodellierung.....	23
M1.2.2 Hydrologische Methoden .....	26
M1.3 Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen.....	30
M1.3.1 Verfahren und Anforderungen der weitergehenden Abwasserreinigung .....	30
M1.3.2 Zukunftsfähige Wasserversorgung und Industrieabwasserreinigung.....	33
M1.3.3 Dynamic modelling of biological wastewater treatment processes.....	36
M1.4 Wasserwirtschaft/Wasserbau.....	38
M1.4.1 Naturnaher Wasserbau, Flussgebiets- und Hochwassermanagement.....	38
M1.4.2 Numerische Modelle im Wasserbau .....	41
M1.5 Umwelt und Verkehr .....	43
M1.5.1 Betrieb und Technik des ÖPNV .....	43
M1.5.2 Mobilitätsverhalten und Mobilitätskultur .....	45
M1.5.3 Modellierung der Verkehrsnachfrage.....	47
M1.5.4 Nachhaltige Nahmobilität.....	49
M1.5.5 Planung des ÖPNV .....	51
M1.5.6 Radverkehr und Nahmobilität.....	53
M1.5.7 Seminar empirische Verkehrsplanung.....	55
M1.5.8 Telematikunterstützter Personen- und Güterverkehr .....	57
M1.5.9 Verkehrstechnik II.....	59
M1.5.10 Wirtschaft im ÖPNV.....	61
M1.5.11 Aktuelle Themen der nachhaltigen Mobilität.....	63
<b>M2 Schwerpunkt Umwelttechnik B.....</b>	<b>65</b>
M2.1 Regenerative Energien – Thermische Verfahren .....	65
M2.1.1 Energiewandlungsverfahren .....	65
M2.1.2 Grundlagen der energetischen Nutzung von Biomasse und Messtechnik thermischer Größen.....	67

---

M2.2 Regenerative Energien – Sonne, Wind, Wasser.....	70
M2.2.1 Standortbewertung für Windenergieanlagen .....	71
M2.2.2 Photovoltaik Systemtechnik 1+2 .....	73
M2.2.3 Regelung und Netzintegration von Windkraftanlagen.....	75
M2.2.4 Simulation solarunterstützter Wärmeversorgungssysteme: TRNSYS.....	77
M2.2.5 Transformation der industriellen Wärmeversorgung .....	78
M2.2.6 Planung innovativer Wärmeversorgungssysteme.....	81
M2.2.7 Praktikum Solarthermische Komponenten und Systeme.....	83
M2.2.8 Nutzung der Windenergie .....	85
M2.2.9 Wasserkraftanlagen .....	87
M2.2.10 Wärmepumpen und Solarthermie .....	89
M2.2.11 Windenergie als Teil des Energieversorgungssystems .....	91
M3 Umweltingenieurwesen Ergänzung .....	93
M3.1 Bahnbetrieb .....	95
M3.2 Geotechnik im Umweltingenieurwesen .....	97
M3.3 Groundwater reactive transport Modeling.....	99
M3.4 Integrierte Wasserbewirtschaftung (IWRM) .....	102
M3.5 Intelligente Stromnetze.....	109
M3.6 Praktikum Thermische Messtechnik .....	111
M3.7 Siedlungswasserwirtschaft – Wasserchemie, Ressourcenorientierte Wasserinfrastruktursysteme, Energie aus Abwassersystemen .....	113
M3.8 Vertiefende Hydraulik .....	116
M3.9 Messen und Modellieren in der Stadt- und Geländeklimatologie .....	120
M3.10 Climate Model Analysis .....	122
M3.11 Offshore Foundations .....	124
M3.12 Methoden der Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit.....	127
M3.13 Kunststoffprüfung und Qualitätssicherung in der Kunststoffverarbeitung .....	129
M3.14 Zukunftsforchung und der Szenariotechnik – Grundlagen / Future Literacy .....	131
M3.15 Zukunftsforchung und der Szenariotechnik – Modellierung von Szenarien .....	133
M3.16 Industrietransformation und Energiewende .....	135
M3.17 Transformative Industriepolitik und Energiewende .....	138
M3.18 Qualitative Szenarioanalyse mit der Cross-Impact-Bilanzanalyse .....	141
M3.19 Spezielle Fragen der Industrie- und Energiesystemtransformation .....	143
M3.20 Der Wandel zur klimaneutralen Produktion und seine internationale Dimension.....	145
M3.21 Quantitative Energiesystemanalyse in Theorie und Praxis .....	148
M4 Fachübergreifende Methoden und Inhalte.....	150
M4.1 GIS Erweiterungskurs für Umweltingenieure und Bauingenieure .....	151

---

M4.2 Modellbildung und Simulation mit System Dynamics – Ökologische Bewertung dynamischer Systeme I + II.....	153
M4.3 Modellierung und Simulation: Analyse kontinuierlicher Systeme .....	156
M4.4 Dekarbonisierung von Unternehmen .....	158
M4.5 Strömungsmesstechnik.....	160
M4.6 Parameter der Nachhaltigkeit – Stoffliche und energetische Ressourcen.....	162
M4.7 Wärmeübertragung II .....	164
M4.8 Datenmodelle und Validierung.....	166
<b>M5 Mathematische Vertiefung.....</b>	<b>168</b>
M5.1 Numerische Mathematik für Ingenieure.....	168
M5.2 Operations Research.....	170
M5.3 Wissenschaftliches Programmieren mit Python und Geodaten .....	173
<b>M6 Schlüsselqualifikation Umweltrecht .....</b>	<b>176</b>
M6.1 Bauplanungs- und Bauordnungsrecht .....	177
M6.2 Öffentliches Energierecht.....	179
M6.3 Gewässerschutzrecht .....	183
M6.4 Europäisches und internationales Umweltrecht.....	185
M6.5 Immissionsschutzrecht .....	187
M6.6 Klimaschutzrecht.....	189
M6.7 Kreislaufwirtschaftsrecht.....	191
M6.8 Privates Baurecht .....	193
M6.9 ÖPNV-Recht .....	195
M6.10 Straßenverkehrsrecht .....	197
<b>M7 Schlüsselqualifikation .....</b>	<b>199</b>
M7.1 Arbeitssicherheit im Baubetrieb .....	199
M7.2 Nachhaltige Unternehmensführung –Grundlagen.....	202
M7.3 Einführung in die Umweltökonomik.....	204
M7.4 Strategic Project Management .....	206
M7.5 Energiepolitik .....	208
M7.6 Projektmanagement 1 und 2 .....	210
M7.7 Führung und Verhalten in Projekten .....	214
M7.8 Grundlagen der Psychologie für das Ingenieurwesen .....	216
<b>M8 Masterabschlussmodul.....</b>	<b>218</b>
Aktualisierung älterer Versionen .....	220

## Studienziele und Kompetenzprofil

Der Masterstudiengang Umweltingenieurwesen bietet einen wissenschaftlich vertiefenden berufsqualifizierenden Abschluss. Die Absolventinnen und Absolventen überblicken wesentliche wissenschaftliche Zusammenhänge des Umweltingenieurwesens und besitzen die Fähigkeit, Methoden und Erkenntnisse des Faches problembezogen anzuwenden.

Im Masterstudiengang werden insgesamt sieben Schwerpunkte angeboten:

- Abfall- und Ressourcenwirtschaft
- Hydrologie und Stoffhaushalt
- Siedlungswasserwirtschaft
- Wasserwirtschaft/Wasserbau
- Umwelt und Verkehr
- Regenerative Energien – Thermische Verfahren
- Regenerative Energien – Sonne, Wind und Wasser

Ziel ist es, die wissenschaftsorientierte Herangehensweise an praktische Aufgaben und Probleme des Umweltingenieurs zu vermitteln. Der Studiengang bereitet außerdem auf wissenschaftliche Tätigkeiten und eine mögliche Promotion vor.

Im Master-Studiengang soll insbesondere die Forschungs-Kompetenz der Studierenden verstärkt werden. Generell wird damit der deutlich gestiegenen Nachfrage nach umwelttechnischer Ingenieurkompetenz Rechnung getragen. Zusätzlich soll für ausländische Studierende die hoch angesehene Umwelttechnikkompetenz in Deutschland für eine anwendungsorientierte Ausbildung genutzt und für besonders geeignete Studierende durch die Vermittlung von Forschungs- und Entwicklungskompetenz erweitert werden.

Aufbauend auf dem Bachelorabschluss soll das Master-Studium demnach zu vertieften analytisch-methodischen Kompetenzen führen. Zugleich werden die Kenntnisse und Fertigkeiten aus dem Erststudium 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. Im Rahmen der eher forschungs- als anwendungsorientierter Profilierung des Master-Studiengangs Umweltingenieurwesen erfolgt eine weitergehende fachspezifische Vertiefung mit hohem wissenschaftlichen Anspruch und umfassenden theoretischen Kenntnissen.

Im Einzelnen werden folgende Kompetenzen vermittelt:

### **Wissen und Verstehen**

Absolventinnen und Absolventen

- haben fundierte Kenntnisse auf einem Gebiet der mathematisch-naturwissenschaftlichen Vertiefung ihres Studienfaches erworben.
- haben die fachspezifischen Grundlagenkenntnisse über die gewählten Umwelttechnik-Schwerpunkte hinaus vertieft und erweitert.

## **Analyse und Methode**

### Absolventinnen und Absolventen

- können anspruchsvolle Aufgaben des Umweltingenieurwesens analysieren, insbesondere innerhalb der von ihnen gewählten Schwerpunkte.
- können die benötigten Informationen und Daten identifizieren, ihre Quellen bestimmen und sie ggf. erheben, auch wenn die Aufgabe noch unklar definiert ist.
- sind in der Lage, mit wissenschaftlichen Methoden auch neue, unklare und untypische Aufgaben im Umweltingenieurwesen vor dem Hintergrund der aktuellen wissenschaftlichen Diskussion eigenständig zu beschreiben und zu analysieren. Sie können Methoden erproben und weiterentwickeln und bezüglich ihrer Wirksamkeit und Reichweite überprüfen.

## **Recherche und Bewertung**

### Absolventinnen und Absolventen

- sind in der Lage, anspruchsvolle Projekte ganzheitlich und interdisziplinär zu betrachten und unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeit, Umweltverträglichkeit, ökologischer und ökonomischer Aspekte sowie mit Hilfe der Beiträge anderer Disziplinen verantwortlich zu steuern.
- 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.
- 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.

## **Entwicklung**

### Absolventinnen und Absolventen

- können komplexe und neuartige Entwürfe, Konstruktionen und Entwicklungen im Bereich ihres Fachgebiets bzw. ihrer Schwerpunkte erstellen.
- sind in der Lage, neue, anspruchsvolle innovative Methoden zur Nachweiserstellung und Prognose zu entwickeln, z. B. Methoden der Energieeffizienz, der Luftreinhaltung, des Hochwasserschutzes, der Wasserversorgung etc.

## **Ingenieuranwendung und Ingenieurpraxis**

### Absolventinnen und Absolventen

- können Planungen und Konzepte im Arbeitsfeld Umweltingenieurwesen eigenständig erstellen und die Anforderungen an gesamtverantwortliche Steuerung und Leitung komplexer Prozesse eigenständig bestimmen.
- sind in der Lage, Lösungsstrategien für komplexe, undefinierte oder neuartige Aufgaben auf der Basis wissenschaftlicher Methodik und aktueller Forschungsergebnisse zu entwickeln, zu reflektieren und gegenüber Anderen zu vertreten.

## **Soziale Kompetenzen**

### Absolventinnen und Absolventen

- sind in der Lage, interdisziplinäre Forschungs- und Entwicklungsprozesse in Planungen und Konzepte zu integrieren.
- sind in der Lage, Dritte bei der Analyse neuer, unklarer und untypischer Aufgaben fachlich anzuleiten.

- sind in der Lage, Qualitätsmanagementsysteme auf Grundlage wissenschaftlicher Methodik einzurichten, zu betreuen und weiterzuentwickeln und auf diese Weise ihre eigenen Aktivitäten sowie die Aktivitäten anderer zu evaluieren.
- sind in der Lage, übergeordnete Führungsaufgaben zu übernehmen.
- 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.
- haben das Können erworben, selbstständig wissenschaftlich zu arbeiten und komplexere Projekte zu organisieren, durchzuführen und zu leiten.

**Hinweis:**

Die konkrete Ausgestaltung der Prüfungsleistungen und Prüfungsvorleistungen wird zu Beginn des Semesters in der jeweiligen Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

## Exemplarischer Studienverlauf Masterstudiengang Umweltingenieurwesen (Stand 02.05.2017)

Master-studium	3. Sem	(Projektarbeit) 9 C		Masterabschlussmodul 30 (21+9 C)							30 C	
	2. Sem	Umwelttechnik Schwerpunkt A	Umwelttechnik Schwerpunkt B	Umwelt- ingenieur- wesen Ergänzung	6 C	Mathematische Vertiefung	6 C	Fachüber- greifende Methoden und Inhalte	6 C	Schlüssel- qualifikation	SQ Umweltrecht	30 C
	1. Sem	12 C	12 C							6 C	6 C	30 C
	90 C											
Schwerpunkt		Fachbergreifende Methoden und Inhalte		Schlüsselqualifikation		Abschlussmodul						

## Studieninformationen zu den Schwerpunkten und Ergänzungsbereichen

Im Master-Studiengang Umweltingenieurwesen sind zwei Studienschwerpunkte (A und B) mit einem Umfang von jeweils 12 Credits zu wählen.

Die Belegung der Schwerpunkte muss, wie im Folgenden beschrieben, erfolgen.

### **Umwelttechnik A: (12 C)**

Umwelttechnik A steht für den ersten Schwerpunkt des Master-Studiengangs. Zur Auswahl stehen:

- Abfall- und Ressourcenwirtschaft
- Hydrologie und Stoffhaushalt
- Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen
- Wasserwirtschaft/Wasserbau
- Umwelt und Verkehr

### **Umwelttechnik B: (12 C)**

Umwelttechnik B steht für den zweiten Schwerpunkt, er kann wie folgt gewählt werden:

1. Wahl eines noch nicht gewählten Schwerpunkts aus Umwelttechnik A, oder
2. aus folgenden Angeboten:
  - Regenerative Energien – Sonne, Wind und Wasser
  - Regenerative Energien – Thermische Verfahren

### **„Umweltingenieurwesen Ergänzung“ und „Fachübergreifende Methoden und Inhalte“**

In den Ergänzungsbereichen „Umweltingenieurwesen“ und „Fachübergreifende Methoden und Inhalte“ sind Module im Umfang von 18 Credits zu belegen. Dabei müssen jeweils mindestens 6 Credits in einem der beiden Bereiche gewählt werden. Die übrigen 6 Credits können frei aufgeteilt werden.

### **Umweltingenieurwesen Ergänzung: (mind. 6 C – max. 12 C)**

Innerhalb des Ergänzungsbereichs „Umweltingenieurwesen“ kann sowohl die für die o.g. Schwerpunkte aufgelisteten Module als auch die unter der Rubrik „Umweltingenieurwesen Ergänzung“ aufgeführten Module gewählt werden.

Mit der Wahl dieser Module können drei Studienziele erreicht werden (ausgehend von 12 Credits):

1. Umfassendere Vertiefung eines oder beider Schwerpunkte
2. Umwelttechnische Vertiefung unabhängig von den gewählten Schwerpunkten
3. Bildung eines dritten Schwerpunktes (12 Credits) aus den oben gelisteten Schwerpunkten.

Es ist bei der Wahl der Module darauf zu achten, dass die entsprechenden Lehrveranstaltungen nur einmal belegt werden. Dies gilt auch für Veranstaltungen, die bereits im Bachelorstudium angeboten worden sind. Eine Doppelanrechnung ist nicht möglich.

Die Studienangebote aus den Bereichen **Umweltingenieurwesen Ergänzung (6-12 C)**, **Fachübergreifende Methoden und Inhalte (6-12 C)**, **Mathematische Vertiefung (6 C)**, **Schlüsselqualifikation Umweltrecht (6 C)** sowie **Schlüsselqualifikation (6 C)** sind den entsprechenden Rubriken des Modulhandbuchs zu entnehmen.

## M1 Schwerpunkt Umwelttechnik A

### M1.1 Abfall- und Ressourcenwirtschaft

Für den **Schwerpunkt Abfall- und Ressourcenwirtschaft** sind Module im Umfang von 12 Credits aus der folgenden Liste zu belegen. Dabei müssen mindestens 6 Credits aus den Modulen „Bauabfälle und Deponien“ oder „Vertiefung Ressourcenmanagement und Abfalltechnik“ gewählt werden. Die übrigen 6 Credits können frei aus den angeführten Modulen gewählt werden.

- Bauabfälle und Deponien (6 C)
- Nachhaltiges Ressourcenmanagement – Grundlagen und Anwendung (6C)
- Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen der globalen Rohstoffproduktion (6 C)
- Vertiefung Ressourcenmanagement und Abfalltechnik (6 C)

#### M1.1.1 Bauabfälle und Deponien

Nummer/Code	
Modulname	Bauabfälle und Deponien
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Studierende besitzen vertiefte Kenntnisse in Hinblick auf die Ressourceneffizienz von Bauwerken und die technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Randbedingungen des Recyclings von Bauabfällen. Sie können die Umweltrelevanz und Umweltauswirkungen von Baumaterialien v.a. in Hinblick auf Verwertung und Entsorgung können einschätzen und Verfahren zur Behandlung von Bauabfällen beurteilen.</p> <p>Die Rolle von Deponien in der modernen Abfallwirtschaft ist bekannt und wesentliche Prozesse, die mit der Deponierung von Abfällen einhergehen, können beschrieben werden.</p> <p>Deponiebautechnische Grundlagen sind den Studierenden geläufig sodass unterschiedliche Oberflächen- und Basisdichtungssysteme bewertet und Vor- und Nachteile qualifiziert gegenübergestellt werden können. Relevante Verfahren und Technologien zum Betrieb und zur Nachsorge von Deponien sind geläufig und unterschiedliche Ansätze für die Bewirtschaftung von Deponien können bewertet und qualifiziert ausgewählt werden.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Ressourceneffizienz im Bauwesen (RA-BA)</b></p> <p>Der Sektor „Gebäude und Infrastruktur“ beherbergt das größte anthropogene Materiallager und ist dementsprechend ein wesentlicher Treiber von Materialflüssen, sowohl auf der Versorgungsseite als auch auf der Entsorgungsseite. Im Rahmen der LVA wird die Rolle des Bausektors für die Abfallwirtschaft beleuchtet und das Recycling von Bauabfällen behandelt.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ressourceneffizienz im Bauwesen (RA-BA)</li> <li>• Materiallager in Gebäuden und Infrastruktur</li> <li>• Ökobilanz im Bauwesen (inkl. Nachhaltigkeitszertifizierung)</li> <li>• Verfahren zum Abbruch und Rückbau von Bauwerken (inkl. Bauwerkserkundung)</li> <li>• Grundlagen zu Bauabfällen (Entwicklung, Rechtsvorschriften, Umweltauswirkungen und Qualitäten)</li> <li>• Recycling von Bauabfällen (Erdaushub, Straßenaufbruch, Bauschutt, Baustellenabfälle)</li> <li>• Aufbereitungsverfahren (Erdaushub, Straßenaufbruch, Bauschutt, Baustellenabfälle)</li> </ul> <p><b>Landfill engineering and contaminated site remediation</b>  <b>(Deponietechnik und Altlastensanierung, RA-DA)</b></p> <p>Deponien als Senken für nicht verwertbare Stoffe sind ein zentraler Bestandteil der Abfallwirtschaft. In dieser LVA werden unterschiedliche Deponietypen behandelt, Deponieprozesse (Wasser- und Stoffhaushalt) erläutert, Grundlagen der Deponietechnik (Bau und Betrieb) vermittelt, sowie Konzepte zum Umgang mit geschlossenen Deponien und Altlastablagerungen vorgestellt. Außerdem werden Deponiekonzepte und -technologien im globalen Kontext vorgestellt. Ausgewählte Inhalte werden anhand von Übungsaufgaben vertieft.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rolle der Deponie in der Abfallwirtschaft</li> <li>• Rechtliche Rahmenbedingungen</li> <li>• Deponiebautechnik und Deponiebetrieb</li> <li>• Deponietypen und Ablagerungsverhalten von Abfällen</li> <li>• Analyse deponierter Abfälle</li> <li>• Deponienachsorge und Stabilisierungsmaßnahmen</li> <li>• Altlastenerkundung und -sanierung</li> <li>• Deponien und Altlastablagerungen im globalen Kontext</li> <li>• Verfahren der Altlastensanierung</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Ressourceneffizienz im Bauwesen (RA-BA) Landfill engineering and contaminated site remediation (RA-DA)
(Lehr- / Lernformen)	Vortrag; Videos & Exkursionen; Übungen (im Rahmen der LVAs);
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen, Umweltingenieurwesen und REE
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	RA-BA : jedes Wintersemester RA-DA: jedes Sommersemester
Sprache	RA-BA: Deutsch, RA-DA: Englisch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundlagen Abfalltechnik

Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>RA-BA Präsenzzeit: 2 SWS (26 Stunden), 1 Exkursion + Protokoll (8 Stunden)</p> <p>RA – DA Präsenzzeit: 2 SWS (26 Stunden), 1 Exkursion + Protokoll (8 Stunden)</p> <p>Selbststudium gesamt: 112 Stunden</p>
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	<p>Ressourceneffizienz im Bauwesen (RA-BA): Klausur (90 min.)</p> <p>Landfill engineering and contaminated site remediation (RA – DA): Klausur (60 min.) oder Projektarbeit (ca. 20 Seiten) mit Abgabegespräch (15 min.)</p> <p>Beide Teilmodule können auch einzeln oder in Kombination mit anderen Teilmodulen belegt werden.</p>
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. David Laner
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. David Laner, M.Sc. Jakob Feiler, Dr. Venkata Siva Naga Sai Goli
Medienformen	Power Point – Folien, Wandtafel, Video, Exkursionen.
Literatur	Relevante Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

### M1.1.2 Nachhaltiges Ressourcenmanagement

Nummer/Code	
Modulname	Nachhaltiges Ressourcenmanagement
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden verbessern ihr Orientierungswissen und ihre Methodenkompetenz. Sie kennen wesentliche Trends des globalen Ressourcenverbrauchs in Deutschland, der EU und weltweit sowie deren Hintergründe. Die Studierenden wenden eine umfassende Systemperspektive an, mit deren Hilfe Nachhaltigkeitsbedingungen abgeleitet und Strategien einer nachhaltigen Ressourcennutzung auf verschiedenen Handlungsebenen und für verschiedene Sektoren entwickelt werden können. Sie können Methoden zur Analyse des sozio-industriellen Metabolismus ansprechen und selbst einfache Hochrechnungen der Materialintensitätsanalyse am Beispiel von Grundwerkstoffen, Produkten und Infrastrukturen durchführen.</p> <p>Im Anwendungsseminar wird durch mündliche und schriftliche Präsentationen in Kleingruppen die Kommunikations- und Organisationskompetenz erhöht.</p>
Lehrveranstaltungsarten	<p>NRM–Grundlagen: VL mit Ü (2 SWS)</p> <p>NRM–Anwendungen: S (2 SWS)</p>
Lehrinhalte	<p>NRM–Grundlagen:</p> <p>Im Rahmen der Veranstaltung werden die Grundlagen, Konzepte und Anwendungsbeispiele des Nachhaltigen Ressourcenmanagements behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse globaler Ressourcennutzung</li> <li>• Konzept des sozio-industriellen Metabolismus, Analysetypen (SFA, MSA, LCA, IOA, ewMFA) und Indikatoren</li> <li>• Trends globaler Ressourcennutzung</li> <li>• Mineralien, Biomasse, Land; relative und absolute Abkoppelung; EKC–Hypothese vs. Belege; Gründe für Problemverlagerung</li> <li>• Zukunftsfähiger Metabolismus</li> <li>• Notwendige Bedingungen für nachhaltigen Stoffwechsel am Beispiel der EU; die "Großen Drei" Indikatoren und vier Kernstrategien</li> <li>• Faktor4/10, Rolle von Einsparung, Substitution, Recycling und Produktdesign; Ressourceneffizienz und Klimawirkung</li> <li>• Nachhaltige Industrietransformation durch ressourceneffiziente und recyclingbasierte Industrie</li> <li>• Nachhaltige Nutzung von Biomasse, u. a. in der Grundstoffindustrie</li> <li>• MIPS–Konzept und Messung</li> <li>• Materialintensitätsanalyse nach dem MIPS–Konzept (Material Input pro Serviceeinheit); Schema und Übung</li> </ul>

	<p>zur Berechnung; Beispiele; Ressourcenintensität von Stromerzeugungssystemen; Datenquellen</p> <p><b>NRM-Anwendungen:</b></p> <p>Die Inhalte von NRM-Grundlagen werden vorausgesetzt und in Form eines Seminars vertieft.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationssysteme zu Ressourcennutzung in Produktion und Konsum (z. B. aktuelle Indikatorenentwicklung)</li> <li>• Aktuelle Politiken zu Nachhaltigem Ressourcenmanagement (z. B. Deutschland: ProgRess)</li> <li>• Ableitung politischer Ziele für Ressourceneffizienz und NRM (metabolismusorientiert z. B. für die Ausgestaltung jener Politikprogramme)</li> <li>• Ressourcenintensität ausgewählter Energiesysteme</li> <li>• Beurteilung der Wirksamkeit von Strategien und Maßnahmen der Kreislaufwirtschaft (z. B. "Carbon Capture and Use")</li> <li>• Analyse und Bewertung von Maßnahmen zur Integration von Stoff- und Energieversorgung</li> </ul> <p>Es fließen jeweils Beispiele aus aktuellen Forschungsprojekten ein.</p>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen</b>	Nachhaltiges Ressourcenmanagement- Grundlagen Nachhaltiges Ressourcenmanagement- Anwendungen
<b>(Lehr-/ Lernformen)</b>	<p>NRM-Grundlagen: Die Veranstaltung besteht aus einem VL-Teil und einem Ü-Teil, in dem die Studierenden selbstständig in der VL besprochene Übungsaufgaben vor- und nachbereiten.</p> <p>NRM-Anwendungen: Im Seminar bearbeiten die Studierenden in Kleingruppen Vertiefungsthemen nach einer Einführung durch den Dozenten oder die Dozentin selbstständig. Innerhalb der Vorlesungszeit wird die Herangehensweise an das Thema in einem 15-minütigen Vortrag präsentiert, bis zum Ende des Semesters wird die Aufgabe zu einer 10-seitigen Seminararbeit ausgearbeitet (Angaben jeweils pro Person).</p>
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Bachelor- oder Masterstudiengang Umweltingenieurwesen, Regenerative Energien und Energieeffizienz, Nachhaltiges Wirtschaften, Wirtschaftsingenieurwesen, Architektur, Nachhaltigkeitswissenschaften
<b>Dauer des Angebotes des Moduls</b>	Zwei Semester
<b>Häufigkeit des Angebotes des Moduls</b>	NRM-Grundlagen: jedes Wintersemester NRM-Anwendungen: jedes Sommersemester
<b>Sprache</b>	Deutsch mit englischen Lehrmaterialien

Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>NRM-Grundlagen Präsenzzeit: 2 SWS (25 Stunden) Selbststudium: 65 Stunden</p> <p>NRM-Anwendungen Präsenzzeit: 2 SWS (20 Stunden) Selbststudium (inkl. Gruppenarbeit): 70 Stunden</p>
Studienleistungen	NRM-Anwendungen: Kurzpräsentation (15 min.)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Bestandene Prüfung in NRM-Grundlagen für NRM-Anwendungen
Prüfungsleistung	<p>NRM-Grundlagen: In Abhängigkeit der Zahl der Teilnehmenden entweder mündliche Prüfung (15–30 min.) oder Klausur (60 min.)</p> <p>NRM-Anwendungen: Seminararbeit (10 Seiten)</p>
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Anna Schomberg, M. Sc.
Lehrende des Moduls	Anna Schomberg, M. Sc.
Medienformen	Vorlesungsfolien (werden auf Moodle gestellt)
Literatur	Die Vorlesungsfolien enthalten den geforderten Stoff vollständig. Ausgewählte, zusätzliche Literatur wird bei Bedarf in der Veranstaltung angegeben und über Moodle zur Verfügung gestellt.

### M1.1.3 Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen der globalen Rohstoffproduktion

Nummer/Code	
Modulname	Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen der globalen Rohstoffproduktion
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden kennen die wichtigsten abiotischen Rohstoffe für den Bau- und Industriesektor, die Verfahren ihrer Extraktion und Aufbereitung und ihre technischen Anwendungsbereiche. Sie haben einen Überblick über die globalen Wertschöpfungsketten der Rohstoffproduktion. Sie verstehen die Wirkungszusammenhänge zwischen der Entnahme von Primärmaterial, der Rohstoffaufbereitung sowie der Verwendung von Rohmaterialien und den damit verbundenen Umweltbelastungen. Sie haben ein vertieftes Verständnis des Konzepts der Vier Fußabdrücke (Material, Treibhausgase, Wasser und Land) erworben, mit denen die Ressourcenaufwendungen der Rohstoffproduktion bestimmt werden können. Sie kennen geeignete ökobilanzielle Methoden, Instrumente und Datenbanken und können damit die Vier Fußabdrücke von Rohstoffen berechnen und vergleichen. Sie kennen Strategien, wie durch den verstärkten Einsatz von Sekundärmaterialen die natürlichen Ressourcen geschont und Umweltbelastungen reduziert werden können, ohne dass es zu Problemverlagerungen kommt. Sie sind in der Lage, mit Unsicherheiten in vorliegenden Daten umgehen und diese in Analyseergebnissen geeignet darzustellen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	Vorlesung + Seminar (VL+SE), 4 SWS
Lehrinhalte	<p>In der Vorlesung (VL) wird das grundlegende Wissen über die weltweite Produktion und den Verbrauch der für den Bau- und Industriebereich relevanten abiotischen Rohstoffe und über die damit verbundenen Umweltbelastungen vermittelt. Des Weiteren werden geeignete Instrumente, Berechnungsverfahren und Techniken zur Messung des Ressourcenverbrauchs der Rohstoffproduktion vorgestellt. Die Themen der VL umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Eigenschaften der Rohstoffe mit einem Fokus auf Bau- und Industriemineralien sowie Metalle, ihre ökonomische Bedeutung und technischen Anwendungsbereiche</li> <li>• die Prozesskette der Rohstoffproduktion inkl. Exploration, Extraktion, Aufbereitung und Transport sowie dabei eingesetzte Verfahren</li> <li>• die entlang der Prozesskette erforderlichen Ressourcenaufwendungen von Material, Energie, Wasser und Land sowie die damit verbundenen Umweltwirkungen</li> <li>• die Ökobilanzierung, mit den entsprechenden Wirkungsabschätzungsmethoden und den Techniken zum Umgang mit Datenunsicherheiten</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• das Konzept der Vier Fußabdrücke i.e. Material, Treibhausgase, Wasser und Land und ihre Anwendung auf die Rohstoffproduktion</li> <li>• die möglichen Strategien zur Reduzierung der Ressourcenverbräuche und Umweltwirkungen der Rohstoffnutzung</li> </ul> <p>Im Seminar (SE) wird das in der VL erworbene Wissen angewendet und durch eigene Berechnungen unter Verwendung von Softwarelösungen und Datenbanken vertieft. Die Studierenden erhalten eine Einführung in eine Ökobilanzsoftware und die entsprechenden Datenbanksysteme. Zu einem ausgewählten Thema führen sie eigene Berechnung zu den Ressourcenverbräuchen und Umweltbelastungen der Rohstoffproduktion durch. Die Arbeitsinhalte des SE umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eine Einführung in die Analysen und Auswertung von globalen Minendaten</li> <li>• eine Schulung zum Einsatz der Software openLCA und der gängigen Ökobilanzdatenbanken wie ecoinvent und GaBi</li> <li>• eine Einführung in die Entwicklung von Charakterisierungsmodellen für die Vier Fußabdrücke</li> <li>• die Durchführung von Monte-Carlo Simulation zur Abschätzung von Unsicherheiten auf der Grundlage von Wahrscheinlichkeitsverteilungen</li> <li>• eigene Analysen und Berechnungen zum Ressoucenverbrauch und den Umweltbelastungen der Rohstoffproduktion unter Berücksichtigung von Datenunsicherheiten</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen der globalen Rohstoffproduktion
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	<p>VL: Der Stoff wird mittels ppt-Präsentationen vorgestellt und mit Übungsaufgaben und -fragen gefestigt.</p> <p>SE: Auf der Basis der Einführung und Schulung in die Software und Datenbanken bearbeiten und dokumentieren die Studierenden unter Anleitung ein eigenes Projekt zu einem ausgewählten Thema.</p>
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Umweltingenieurwesen (M1 Schwerpunkt Abfall- und Ressourcenwirtschaft), RE2, Nachhaltiges Wirtschaften, Wirtschaftsingenieurwesen und Zertifikatsprogramm Umweltwissen des GradZ. Einzelne Studiengänge rechnen die Veranstaltung als Schlüsselqualifikation an.
Dauer des Angebotes des Moduls	jährlich, im WiSe
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	s.o.
Sprache	Deutsch mit englischen Lehrmaterialien

Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Nachhaltiges Ressourcenmanagement – Grundlagen (WS)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 90 Stunden Selbststudium: 90 Stunden
Studienleistungen	Präsentation der Projektergebnisse (15 min.)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (60 min) oder mündliche Prüfung  Anrechnung der Studienleistung, Dokumentation der Ergebnisse der Seminararbeit (10 S.).
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Clemens Mostert, MBA
Lehrende des Moduls	Dr.-Ing. Clemens Mostert, MBA
Medienformen	Power Point Präsentationen (werden auf Moodle gestellt), online Übungsbeispiele; individuelle Beratung und Gruppengespräche
Literatur	Ausgewählte Literatur wird in der Veranstaltung angegeben und über Moodle zur Verfügung gestellt.

### M1.1.4 Vertiefung Ressourcenmanagement und Abfalltechnik

Nummer/Code	
Modulname	<b>Vertiefung Ressourcenmanagement und Abfalltechnik</b>
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Studierende besitzen Erfahrungen im Umgang mit Anlagen und Messeinrichtungen zur Ermittlung von Daten für ausgewählte Abfallströme. Sie können Versuche planen und dokumentieren, Ergebnisse analysieren und interpretieren. Grundlegende statistische Methoden und Verfahren zur Einschätzung der Validität von Mess- und Analyseergebnissen sind bekannt. Problembewusstsein und Lösungskompetenz hinsichtlich der Beprobung und Analyse von heterogenen Materialströmen (v.a. Abfälle) ist vorhanden.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Abfall- und Ressourcensysteme in aussagekräftigen Modellen abzubilden und können die Modelle zur Bearbeitung spezifischer Fragestellungen nutzen. Gängige Softwarewerkzeuge für Materialflussanalysen und Ökobilanzen sind bekannt und können angewendet werden. Modellergebnisse können selbstständig analysiert, interpretiert sowie hinsichtlich Stärken und Schwächen diskutiert werden.</p>
Lehrveranstaltungsarten	P/i, SU (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Praktikum: Ressourcenmanagement und Abfalltechnik (RA-P)</b>  Anhand konkreter Aufgabenstellungen werden die Planung und Durchführung von Versuchen und Probenahmen einschließlich der Interpretation der Ergebnisse durchgeführt. Die Themen der Versuche werden jeweils zu Beginn der LVA bekannt gegeben und anschließend durch die Studierenden in Gruppen bearbeitet. Außerdem wird nach Möglichkeit eine Exkursion zu einer Abfallbehandlungs- und/oder Recyclinganlage im Rahmen der LVA durchgeführt.</p> <p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheit in Labor und Technikum</li> <li>• Versuchsplanung und Durchführung</li> <li>• Fehlerbetrachtung und Fehlerberechnung</li> <li>• Probenahme und Repräsentativität</li> <li>• Ausgewählte Versuche (z.B. Zerkleinerung, Rauchgasmessung...)</li> <li>• Messungen und analytische Untersuchungen</li> </ul> <p><b>Seminar: Analysis, Evaluation and Design of Waste-Resource Systems (RA-S)</b>  In dieser LVA wird den Studierenden anhand einer konkreten Problemstellung aus dem Bereich der Abfall- und Ressourcenwirtschaft die Anwendung wesentlicher Systemanalyse-Werkzeuge vermittelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung von Material- und Stoffflussanalysen</li> <li>• Ökobilanzierung zur Bewertung von Umweltauswirkungen in Zusammenhang mit der Bewirtschaftung von Abfällen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ansätze zur Optimierung von Ressourcensystemen</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Praktikum Ressourcenmanagement und Abfalltechnik (RA-P) Seminar Analysis, Evaluation and Design of Waste-Resource Systems (RA-S)
(Lehr-/ Lernformen)	RA-P: Vortrag; Einzel- oder Gruppenarbeit an Übungsaufgabenblättern; eigenständige Durchführung von Laborexperimenten, teils angeleitet, teils eigenständig; Kurzvorträge erarbeiten und vorstellen  RA-S (in englischer Sprache): Vortrag, Gruppenarbeit, eigenständige Erarbeitung von Inhalten aus Studien und Fachartikeln, Vorträge (durch Studierende) und Diskussionsbeiträge, Bericht verfassen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Umweltingenieurwesen und REE
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	RA-P: jedes Wintersemester (sofern mind. 4 Teilnehmer) RA-S: jedes Sommersemester
Sprache	Deutsch (RA-P) und Englisch (RA-S)
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundlagen-Lehrveranstaltungen aus dem Bachelor-Studiengang (Ressourcen- und Abfallmanagement, Grundlagen der Abfalltechnik, Charakterisierung, Aufbereitung und Verwertung von Abfällen)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	RA-P  Präsenzzeit: 2 SWS (24 Stunden): Seminarvorträge, Versuche, Exkursion Selbststudium: 66 Stunden (inkl. Verfassen von Berichten und ein Kurzreferat)  RA-S  Präsenzzeit: 2 SWS (16 Stunden): Seminarvorträge, Zwischenpräsentationen und Diskussion, Abschlusspräsentation Selbststudium: 74 Stunden (Projektbearbeitung in Gruppen, Bericht verfassen und Vorträge vorbereiten)
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	RA-P: Kurzvorträge mit Fachgespräch (20–30 min pro Gruppe) und ausgearbeiteter Bericht (15 Seiten)

	<p>RA-S: Zwischen- und Abschlusspräsentation (jeweils 10 min), Fachgespräch zur Abschlusspräsentation (15 min) und ausgearbeiteter Projektbericht (20 Seiten)</p> <p>Beide Teilmodule können auch einzeln oder in Kombination mit anderen Teilmodulen belegt werden.</p>
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. David Laner
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. David Laner Dipl.-Ing. Gregor Dürl, Dr.-Ing. Sarah Schmidt
Medienformen	RA-P: Versuchs- und Meßeinrichtungen in Labor und Technikum, Beamer-Präsentationen, Tafel und Kreide RA-S: Präsentationen (Folien), Tafel und Kreide, Software-Übungen
Literatur	Relevante Literatur wird im Rahmen der Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

## M1.2 Hydrologie und Stoffhaushalt

Für den **Schwerpunkt Hydrologie und Stoffhaushalt** muss das Modul „Wassergütemodellierung“ im Umfang von 6 Credits gewählt werden.

Für das Modul Hydrologische Methoden ist das Teilmodul Tracers in Hydrology (3 CP) verpflichtend und aus der folgenden Liste ein weiteres Teilmodul zu wählen:

- Regionale Hydrologie (3 C)
- GiS-Anwendungen in der Hydrologie (3 C)
- Scientific writing in Hydrology (3 C)

### M1.2.1 Wassergütemodellierung

Nummer/Code	
Modulname	Wassergütemodellierung
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Studierende haben die Funktion von Wasserqualitätsmodellen kennen gelernt, wissen welche Fragestellungen mit diesen Werkzeugen bearbeitet werden können und wo die Grenzen der Modellierung sind. Sie können ausgewählte Wasserqualitätsmodelle bedienen. Sie verstehen es Modellergebnisse einzuschätzen und die Ergebnisse im gegebenen Kontext zu interpretieren.</p> <p>Durch die begleitenden Übungen sind Studierende in der Lage einfach Fragestellungen mit Hilfe von Wassergütemodellen zu bearbeiten.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS), Ü (2 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufgabenstellungen der Modellierung</li> <li>- Klassifizierung von Wassergütemodellen <ul style="list-style-type: none"> <li>o 1D, 2D und 3D-Modelle</li> <li>o Flächenkonzentrierte und flächenverteilte Modelle</li> <li>o Gerinne-, Boden- und Einzugsgebietsmodelle</li> </ul> </li> <li>- Häufig verwendete Modellkonzepte <ul style="list-style-type: none"> <li>o Konservativer Transport</li> <li>o Reaktiver Transport</li> </ul> </li> <li>- Modellierung verschiedener Wasserqualitätsparameter <ul style="list-style-type: none"> <li>o Erosion/Sedimenttransport</li> <li>o Nährstoffe</li> <li>o Pflanzenschutzmittel</li> </ul> </li> <li>- Güte der Modellergebnisse <ul style="list-style-type: none"> <li>o Gütemaße</li> <li>o Unsicherheitsanalyse</li> </ul> </li> <li>- Pre- und Postprocessing bei der Modellierung</li> <li>- Vorstellung konkreter Modelle und deren Anwendungen</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Wassergütemodellierung

(Lehr- / Lernformen)  Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vorlesung, problembasiertes Lernen (Hörsaalübungen), selbstgesteuertes Lernen (Hausarbeit)
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundlagen der Hydrologie  Umweltverhalten von Chemikalien in aquatischen Systemen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden)  Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Hausarbeit (60 Stunden)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Matthias Gaßmann
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Matthias Gaßmann
Medienformen	PowerPoint Präsentationen, Tafelanschrieb, Unterlagen werden in elektronischer Form zur Verfügung gestellt.
Literatur	Benedini, M., Tsakiris, G. (2013): Water Quality Modelling for Rivers and Streams. ISBN-10: 9400755082  Beven, K. J. (2011). Rainfall-runoff modelling: the primer. John Wiley & Sons. ISBN: 9780470714591  Beven, K. (2008): Environmental Modelling: An Uncertain Future?: An Introduction to Techniques for Uncertainty Estimation in Environmental Prediction. ISBN-10: 0415457599  Chapra, S. (2008): Surface Water-Quality Modeling. ISBN-10: 1577666054  Neitsch, S., Arnold, J., Kiniry, J., Williams, J.R., 2011. SWAT2009 Theoretical Documentation. Texas Water Ressources Institute Technical Report No. 406.

	<p>Plate, E., Zehe, E. (2008): Hydrologie und Stoffdynamik kleiner Einzugsgebiete: Prozesse und Modelle. ISBN-10: 351065238X</p> <p>Radcliffe, D.E., Cabrera, M.L. (2006): Modeling Phosphorus in the Environment. ISBN-10: 0849337771.</p> <p>Richter, O., Diekkrüger, B., Nörtersheuser, P. (1996): Environmental Fate Modeling of Pesticides: From the Laboratory to the Field Scale. ISBN-10: 3527300643</p>
--	--

## M1.2.2 Hydrologische Methoden

Nummer/Code	
Modulname	Hydrologische Methoden
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Tracers in Hydrology</b></p> <p>Students know the theoretical basics of the application of environmental (e.g. water isotopes) and artificial (e.g. fluorescence tracers) tracers in hydrology. Using examples, students have learnt about the areas of application of these tracers. They can independently plan, carry out and analyse a tracer experiment.</p> <p><b>Regionale Hydrologie</b></p> <p>Studierende haben die Variabilität der hydrologischen Prozesse unter verschiedenen Umweltbedingungen (Klima, Pedologie, Morphologie, Topographie, etc.) kennengelernt und sind so in der Lage die hydrologischen Gegebenheiten großer räumlicher Einheiten der Erde abzuschätzen.</p> <p>Methodenkompetenz: Studierende haben die grundlegende Herangehensweise zur Erstellung eines wissenschaftlichen Aufsatzes in den Umweltingenieurwissenschaften unter Zuhilfenahme von internationaler wissenschaftlicher Literatur erlernt.</p> <p><b>GiS-Anwendungen in der Hydrologie</b></p> <p>Diese Lehrveranstaltung weist Wege in eine praxisbezogene Beantwortung hydrologischer Fragen mit Geographischen-Informationssystemen. Die Studierenden lernen den theoretischen Hintergrund hydrologischer GiS-Anwendungen, sowie den Umgang mit hydrologischen Werkzeugen in Quell-offener Software von der Beschaffung der Daten, Auswahl geeigneter Algorithmen und Schwellenwerte, bis hin zur Auswertung und Präsentation der Ergebnisse in Form einer Karte.</p> <p><b>Scientific writing in hydrology</b></p> <p>Students learn how to deal with English-language scientific articles in the field of water research. They learn to extract hypotheses and research questions from articles and to formulate them themselves in English. They are familiar with basic methodological procedures in hydrology. Students are able to grasp the essential content of scientific articles and present them clearly on a poster. Students can write summarising essays in English.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, S, Ü, P/i

Lehrinhalte	<p><b>Tracers in Hydrology</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artificial tracers <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fluorescence tracers</li> <li>◦ Salt tracers</li> <li>◦ Measurement technology</li> </ul> </li> <li>• Environmental tracers: water isotopes <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Delta notation</li> <li>◦ Isotope fractionation</li> <li>◦ Residence time</li> <li>◦ Age dating</li> </ul> </li> <li>• Planning and execution of a tracer experiment <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Application mass and location</li> <li>◦ Measurement</li> <li>◦ Evaluation</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Regionale Hydrologie</b></p> <p>Einführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrologie von Trockengebieten</li> <li>• Hydrologie von Gebirgen</li> <li>• Hydrologie des Tieflands</li> </ul> <p>Erarbeitung einer eigenen Fallstudie als Hausarbeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes wissenschaftliches Arbeiten</li> <li>• Umgang mit internationalen Veröffentlichungen</li> <li>• Erstellen eines wissenschaftlichen Textes</li> <li>• Vortrag vor dem Kurs</li> </ul> <p><b>GiS-Anwendungen in der Hydrologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeit mit QGIS, SAGA-GiS und R</li> <li>• Einführung (Wiederholung) in die Arbeit mit GiS-Datenstrukturen</li> <li>• Beschaffung von Quell-offenen Daten (bspw. Gebietsniederschlag, Abfluss, Bodenart, Bodenfeuchte, Vegetation)</li> <li>• Umgang mit und Beschaffung von Satelliten-Daten</li> <li>• Einführung (Wiederholung) geostatistischer Grundlagen am Beispiel hydrologischer Modellierung</li> <li>• Einführung in die Funktionsweise ausgewählter Algorithmen (bspw. Ableiten eines Einzugsgebietes aus dem digitalen Höhenmodell)</li> <li>• Aufbereitung von Landnutzungsdaten, Klimadaten und Höhenmodellen für das hydrologische Modell</li> </ul>
-------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbereitung der Daten für das Wassergüte-Modell ZIN-AgriTra</li> <li>• Erstellung der Wasserbilanz eines ausgewählten Einzugsgebietes anhand von Satellitendaten</li> <li>• Einzugsgebietsbeschreibung anhand vorhandener Daten und Geostatistik</li> </ul> <p><b>Scientific writing in Hydrology</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Joint reading and discussion of English articles in hydrology in English language <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Historical development of hydrological research</li> <li>◦ Current topics in hydrology</li> </ul> </li> <li>• Analysis of the structure of technical articles</li> <li>• Structured literature search – literature databases, keywords</li> <li>• Preparation, presentation and discussion of a scientific poster from a technical article in English language</li> <li>• Writing a review article in English <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Basic grammar/times</li> <li>◦ Incorporating references</li> <li>◦ Feedback on writing samples</li> </ul> </li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Tracers in Hydrology Regionale Hydrologie GiS-Anwendungen in der Hydrologie Scientific writing in Hydrology
(Lehr- / Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vortrag (Vorlesung), problembasiertes Lernen (Übung), selbstgesteuertes Lernen (Hausarbeit), Lernen durch Lehren (Vortrag), seminaristischer Unterricht
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Tracers in Hydrology: jedes Sommersemester Regionale Hydrologie: jedes Wintersemester GiS-Anwendungen in der Hydrologie: jedes Sommersemester Scientific writing in Hydrology: jedes Wintersemester
Sprache	Deutsch, englisch (Tracers in Hydrology, Scientific writing in Hydrology), Folien für Tracers in Hydrology zweisprachig (en/de)
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	„Hydrologie und Hydrogeologie“ Für „Tracers in Hydrology“:

	<p>Umweltverhalten von Chemikalien in aquatischen Systemen</p> <p>Für „GiS-Anwendungen in der Hydrologie“:</p> <p>GiS-Grundkurs für Umweltingenieure und Bauingenieure</p> <p>“Scientific writing in Hydrology“:</p> <p>Gute Englischkenntnisse in Wort und Schrift</p>
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit:</p> <p>Tracers in Hydrology: 2 SWS (30 Stunden)</p> <p>Regionale Hydrologie: 1 SWS (15 Stunden)</p> <p>GiS-Anwendungen in der Hydrologie: 2 SWS (30 Stunden)</p> <p>Scientific writing in Hydrology: 1 SWS (15 Stunden)</p> <p>Selbststudium:</p> <p>Tracers in Hydrology: 60 Stunden</p> <p>Regionale Hydrologie: 75 Stunden</p> <p>GiS-Anwendungen in der Hydrologie: 60 Stunden</p> <p>Scientific writing in Hydrology: 75 Stunden</p>
Studienleistungen	<p>Regionale Hydrologie: Vortrag (15–30 min) + Hausarbeit (20–30 Seiten)</p> <p>GiS-Anwendungen in der Hydrologie: Projektbericht (ca. 20 Seiten)</p> <p>Scientific writing in Hydrology: Posterpräsentation + Hausarbeit (10 Seiten) in englischer Sprache</p>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Tracers in Hydrology: Klausur (60 min) (en/de)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Matthias Gaßmann
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Matthias Gaßmann, Dr. Amani Mahindawansha
Medienformen	PowerPoint-Präsentationen, Tafelanschrieb, Vorlesungsunterlagen über Moodle, Auswertung mit EDV, Videos zur Veranschaulichung
Literatur	Leibundgut, C., Maloszewski, P., Kuells, C., 2009. Tracers in Hydrology. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.

	<p>Fohrer, N., Bormann, H., Miegel, K., Casper, M., Bronstert, A., Schumann, A.H., Weiler, M. (Eds.), 2016. Hydrologie. Haupt Verlag, Bern.</p> <p>Bull, L.J., Kirkby, M.J. (Eds.), 2002. Dryland Rivers. Wiley &amp; Sons.</p> <p>Simmers, I. Understanding Water in a Dry Environment: hydrological processes in arid and semi-arid zones. Balkema, 2003.</p> <p>Singh, V. (Hrsg.), 1996. Geographical information systems in hydrology. Kluwer Verlag, Dordrecht.</p> <p>Fisher, R., Hobgen, S., 2017. Satellite Image Analysis and Terrain Modelling. Charles Darwin University, Darwin.</p> <p>Young Hydrologic Society: How to write a scientific paper in Hydrology? <a href="https://younqhs.com/how-to-write-a-paper/">https://younqhs.com/how-to-write-a-paper/</a></p> <p>Wallwork, A. (2016). English for writing research papers. Springer.</p> <p>Turbek, S. P., Chock, T. M., Donahue, K., Havrilla, C. A., Oliverio, A. M., Polutchnko, S. K., Shoemaker, L. G., and Vimercati, L.: Scientific Writing Made Easy: A Step-by-Step Guide to Undergraduate Writing in the Biological Sciences, Bull. Ecol. Soc. Am., 97, 417–426, <a href="https://doi.org/10.1002/bes2.1258">https://doi.org/10.1002/bes2.1258</a>, 2016.</p>
--	---

### M1.3 Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen

Für den **Schwerpunkt Siedlungswasserwirtschaft** sind zwei der drei folgenden Module im Umfang von insgesamt 12 Credits zu wählen:

- Verfahren und Anforderungen der weitergehenden Abwasserreinigung (6 C)
- Dynamic modelling of biological wastewater treatment processes (6 C)
- Zukunftsfähige Wasserversorgung und Industrieabwasserreinigung (6 C)

#### M1.3.1 Verfahren und Anforderungen der weitergehenden Abwasserreinigung

Nummer/Code	
Modulname	Verfahren und Anforderungen der weitergehenden Abwasserreinigung
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Dieses Modul hat zum Ziel, die im Rahmen des Vertiefungsstudiums notwendigen Kenntnisse zu vermitteln.</p> <p><b>Verfahrenstechnik in der Abwasserreinigung</b></p> <p>Das Teilmodul vermittelt erweiterte Kenntnisse zu Verfahrenstechniken in der Abwasserreinigung, wobei die notwendigen Grundlagen vertiefend aufgegriffen werden. Die Inhalte befassen sich mit aktuellen Entwicklungen biologischer und weitergehender Behandlungsverfahren und deren Einsatzmöglichkeiten. Die Betrachtung möglicher Verfahren und</p>

	<p>Verfahrenskombination erfolgt dabei unter Berücksichtigung stetig steigender Reinigungsanforderungen.</p> <p><b>Auslegung von Anlagen der Abwasserreinigung</b></p> <p>Das Teilmodul vermittelt grundlegende Kenntnisse zur Auslegung von Anlagen der Abwasserreinigung. Es werden die wesentlichen Bemessungsvorschriften und Bemessungswerte für Abwasseranlagen vorgestellt. Der Schwerpunkt des Teilmoduls liegt in der Anwendung des erworbenen Wissens zu den relevanten Bemessungsvorgaben. Hierbei lösen die Studierenden eine konkrete Bemessungsaufgabe an einem Beispiel aus der Praxis.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Verfahrenstechnik in der Abwasserreinigung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterisierung und Analyse von Abwasserinhaltsstoffen</li> <li>• Chemisch-physikalische Abwasserreinigung (Filtration, Membranverfahren, Ozonung u.v.a.)</li> <li>• Biologische Abwasserreinigung (Deammonifikation, Aerobe Granular u.v.a.)</li> <li>• Kombinations- und mehrstufige Verfahren</li> <li>• Weitergehende Abwasserreinigungsverfahren</li> <li>• Wasser- und Ressourcenwiederverwendung</li> </ul> <p><b>Auslegung von Anlagen der Abwasserreinigung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herleitung von Bemessungswerten nach dem DWA-A 198</li> <li>• Konzeption und Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen nach dem DWA-A 131</li> <li>• Konzeption und Bemessung von SBR-Anlagen nach dem DWA-A 210</li> <li>• Auslegungsgrundsätze neuartiger Technologien im Bereich der Biofilm- und aerob granulierten Verfahren</li> <li>• Grundlagen und Einsatz von Lösungen zur Steuerung und Regelung auf Abwasserreinigungsanlagen</li> <li>• Bearbeitung einer konkreten Bemessungsaufgabe aus der Praxis der Abwassertechnik</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Verfahrenstechnik in der Abwasserreinigung Auslegung von Anlagen der Abwasserreinigung
(Lehr- / Lernformen)	Vortrag, Lehrgespräch, Gruppenarbeit, problembasiertes Lernen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester

Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Verfahrenstechnik in der Abwasserreinigung + Auslegung von Anlagen der Abwasserreinigung: jedes Sommersemester
Sprache	Deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Siedlungswasserwirtschaft Grundlagen Aufbauwissen: Siedlungsentwässerung, Klärschlammbehandlung, Planung, Bau und Betrieb von Abwasserbehandlungsanlagen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	Auslegung von Anlagen der Abwasserreinigung: Hausarbeit (15–30 Seiten)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	bestandene Studienleistung
Prüfungsleistung	Verfahrenstechnik in der Abwasserreinigung + Auslegung von Anlagen der Abwasserreinigung: mündliche Prüfung (je 20–30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tobias Morck
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Tobias Morck / Dr.-Ing. Wernfried Schier
Medienformen	PC-gestützte Präsentationen, pdf-Skripte, Bemessungssoftware
Literatur	Mudrack, K.; Kunst, S. (2010): Biologie der Abwasserreinigung. Springer Spektrum, ISBN 978-3-8274-2576-8, 2010 Chen, G.; van Loosdrecht, M.C.M.; Ekama, G.A.; Brdjanovic, D. (2020): Biological Wastewater Treatment – Principles, Modelling and Design. 2nd edition, IWA Publishing, 2020 van Loosdrecht, M.C.M.; Nielsen, P.H.; Lopez-Vazquez, C.M.; Brdjanovic, D. (2016): Experimental Methods in Wastewater Treatment, IWA Publishing, 2016 DWA-Regelwerk

### M1.3.2 Zukunfts-fähige Wasserversorgung und Industrieabwasserreinigung

Nummer/Code	
Modulname	Zukunfts-fähige Wasserversorgung und Industrieabwasserreinigung
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Dieses Modul hat zum Ziel, die im Rahmen des Vertiefungsstudiums notwendigen Kenntnisse zu vermitteln.</p> <p><b>Wasserversorgung</b>          Studierende des Teilmoduls Wasserversorgung erhalten einen Überblick über die Trinkwasserthematik bzw. -problematik. Sie kennen verschiedene Trinkwassergewinnungs-anlagen und -aufbereitungstechniken und können Trinkwasserverteilungssysteme und -speicher auslegen sowie bewerten. Studierende des Teilmoduls haben grundlegendes und weiterführendes gesetzliches Wissen im Bereich der Trinkwasserverordnung. Ferner sind die Studierenden sensibilisiert bezüglich der weltweit bedrohten Wassersicherheit durch den Klimawandel.</p> <p><b>Industrieabwasserreinigung</b>          Die Reinigung der Abwässer aus der Industrie ist eine wichtige Herausforderung der Gewässerreinhaltung und des schonenden Umgangs mit Wasserressourcen. Neben speziellen Behandlungsverfahren werden Technologien der Brauchwasseraufbereitung und der Wasserwiederverwendung bis hin zu „Zero Liquid Discharge“ besprochen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Wasserversorgung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trinkwassersituation in Deutschland und weltweit</li> <li>• Auswirkungen des Klimawandels auf die Wassersicherheit in Deutschland und weltweit</li> <li>• Trinkwassergewinnung und -förderung</li> <li>• Spezielle Verfahren der Trinkwasseraufbereitung</li> <li>• Trinkwasserspeicherung und -verteilung</li> </ul> <p><b>Industrieabwasserreinigung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spezielle Verfahren der Industrieabwasserbehandlung</li> <li>• Grundlagen der Analytik zur Charakterisierung der Abwässer ausgewählter industrieller Prozesse</li> <li>• Behandlung von Abwässern ausgewählter industrieller Prozesse</li> <li>• Wasserwiederverwendung und „Zero Liquid Discharge“ in der Industrie</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Wasserversorgung Industrieabwasserreinigung

(Lehr- / Lernformen)	Vortrag, Lehrgespräch, Gruppenarbeit, problembasiertes Lernen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Wasserversorgung + Industrieabwasserreinigung: jedes Wintersemester
Sprache	Deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Siedlungswasserwirtschaft Grundlagen Aufbauwissen: Siedlungsentwässerung, Klärschlammbehandlung, Planung, Bau und Betrieb von Abwasserbehandlungsanlagen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	Wasserversorgung: Hausarbeit (15–30 Seiten)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	bestandene Studienleistung
Prüfungsleistung	Wasserversorgung + Industrieabwasserreinigung: mündliche Prüfung (je 20–30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tobias Morck
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Tobias Morck, Dr. -Ing. Wernfried Schier
Medienformen	PC-gestützte Präsentationen, pdf-Skripte
Literatur	<p><b>Industrieabwasserreinigung:</b> Rosenwinkel, K.-H.; Austermann-Haun, U.; Köster, S.; Beier, M. (2019): Taschenbuch der Industrieabwasserreinigung. Vulkan-Verlag GmbH, ISBN 978-3-8356-7398-4, 2019 Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt (Hrsg.): Industrieabwasserbehandlung. akt. Aufl. Freiburg/Br. : Rombach Druck- und Verlagshaus DWA-Regelwerk</p> <p><b>Wasserversorgung</b> Baur, A.; Fritsch, P.; Hoch, W.; Merkl, G.; Rautenberg, J. (2019): Mutschmann/Stimmelmayr Taschenbuch der Wasserversorgung. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ISBN 978-3-658-23221-4, 2019 Hoffmann, F.; Grube, St. (2022): Wasserversorgung, 15. vollständig aktualisierte Auflage, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ISBN 978-3-658-37048-0, 2022</p>

	Klingel, P. (2018): Modellierung von Wasserverteilungssystemen. Springer Vieweg, Wiesbaden, ISBN 978-3-658-21269-8, 2018 DVGW-Regelwerk
--	---

### M1.3.3 Dynamic modelling of biological wastewater treatment processes

Nummer/Code	
Modulname	Dynamic modelling of biological wastewater treatment processes
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Aim of this module is to convey the knowledge required for advanced studies using tools for modelling and simulation.</p> <p><b>Modelling of biological wastewater treatment processes</b>  The use of mathematical models provides numerous benefits for engineers in wastewater technology, such as gaining a deeper insight into plant performance and assessing scenarios for new plant designs or process control schemes. The primary focus of this sub-module is on introducing the fundamentals of mechanistic modeling for biological wastewater treatment processes and the development of biokinetic models, such as activated sludge models. Challenges and future modelling trends are discussed within the group.</p> <p><b>Application of activated sludge models in practice</b>  The primary focus of this sub-module is on the practical application of modelling activated sludge processes. Students are tasked with solving a practical modelling problem in the field of wastewater technology using the SIMBA<sup>#</sup> simulation tool.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Modelling of biological wastewater treatment processes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivations of modelling biological treatment processes</li> <li>• Introduction of model types and basics in wastewater treatment</li> <li>• Principles of model building, model set-up and matrix notation</li> <li>• Development of biokinetic models and introduction of activated sludge models</li> <li>• Modelling of ideal and real reactors incl. process control</li> <li>• Discussion of challenges and future modelling trends</li> </ul> <p><b>Application of activated sludge models in practice</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data input and graphical analysis of operational data</li> <li>• Model building and set-up with SIMBA<sup>#</sup></li> <li>• Model calibration and model validation with SIMBA<sup>#</sup></li> <li>• Presentation and evaluation of simulation results</li> <li>• Discussion of optimized process control schemes</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Modelling of biological wastewater treatment processes Applications of activated sludge models in practice
(Lehr-/ Lernformen)	Lecture, Interactive Teaching, Collaborative Learning, Cooperative Learning

Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Modelling of biological wastewater treatment processes Applications of activated sludge models in practice: every summer term
Sprache	English
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Siedlungswasserwirtschaft Grundlagen Aufbauwissen: Siedlungsentwässerung, Klärschlammbehandlung, Planung, Bau und Betrieb von Abwasserbehandlungsanlagen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	Applications of Activated Sludge Models: Term paper (15–30 pages)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	certified term paper
Prüfungsleistung	Modelling of biological wastewater treatment processes + Applications of activated sludge models in practice: oral exam (20–30 min. each)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tobias Morck
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Tobias Morck / Janna Parniske, M.Sc.
Medienformen	Slides, Lecture notes, Modelling software
Literatur	Chen, G.; van Loosdrecht, M.C.M.; Ekama, G.A.; Brdjanovic, D. (2020): Biological Wastewater Treatment – Principles, Modelling and Design. 2nd edition, IWA Publishing, 2020 Brdjanovic, D.; Meijer, S.C.F.; Lopez-Vazquez, C.M.; Hooijmans, C.M.; van Loosdrecht, M.C.M. (2015): Applications of Activated Sludge Models. IWA Publishing, 2020 Gujer, W. (2010): Systems Analysis for Water Technology. Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2010

## M1.4 Wasserwirtschaft/Wasserbau

Für den **Schwerpunkt Wasserwirtschaft/Wasserbau** müssen folgende Module im Umfang von insgesamt 12 Credits gewählt werden.

- Naturnaher Wasserbau, Flussgebiets- und Hochwassermanagement (6 C)
- Numerische Modelle im Wasserbau (6 C)

### M1.4.1 Naturnaher Wasserbau, Flussgebiets- und Hochwassermanagement

Nummer/Code	
Modulname	Naturnaher Wasserbau, Flussgebiets- und Hochwassermanagement
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Im Teilmodul "Naturnaher Wasserbau" erlernen die Studierenden auf Basis wasserbaulicher Grundlagen die Methoden der naturnahen Umgestaltung zur Verbesserung des gesamtökologischen Zustandes der Oberflächengewässer kennen und erlangen vertiefte Kenntnisse in den gewässermorphologischen Ablaufprozessen. Sie beherrschen die in der Ingenieurbiologie zur Anwendung kommenden Bauweisen der naturnahen Umgestaltung und können einfache Planungstätigkeiten durchführen.</p> <p>Nach Abschluss des Teilmoduls „Flussgebiets- und Hochwassermanagement“ sind die Studierenden in der Lage, die Möglichkeiten von Hochwasserschutzstrategien ingenieurpraktisch anzuwenden, Defizite zu erkennen und Ziele zu definieren. Sie können einfache Dimensionierungen von Hochwasserschutzanlagen durchführen, deren Wirkung analysieren und eignen sich Kenntnisse an, wie ein nachhaltiger Hochwasserschutz erreicht werden kann. Darüber hinaus kennen die Studierenden die fachliche Bedeutung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) für die Oberflächengewässer und die Arbeitsphasen für deren Umsetzung. Sie besitzen grundlegende Kenntnisse für eine zielgerichtete und optimierte Entwicklung von Oberflächengewässern. Ferner verfügen die Studierenden über die Fähigkeit, die Bewirtschaftungsmöglichkeiten und Nutzung der Oberflächengewässer beurteilen zu können. Im Rahmen dieses Teilmoduls wird den Studierenden eng verknüpft mit aktuellen Forschungsvorhaben erste Einblicke für zum Einsatz kommende Analysewerkzeuge im Flussgebiets- und Hochwassermanagement gegeben.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Naturnaher Wasserbau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebensraum Fließgewässer</li> <li>• Grundlagen der gewässermorphologischen Beziehungen</li> <li>• Feststoffe/Schwebstoffe, Transportansätze</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandsaufnahme nach Wasserrahmenrichtlinie</li> <li>• Planung einer naturnahen Gewässerentwicklung</li> <li>• Maßnahmen der Gewässerentwicklung</li> <li>• Durchgängigkeit</li> </ul> <p><b>Flussgebiets- und Hochwassermanagement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• WRRL</li> <li>• Flussgebietsbezogene Betrachtungsweise</li> <li>• Landwirtschaft und Gewässerschutz</li> <li>• Elemente des Hochwassermanagements</li> <li>• Technischer Hochwasserschutz</li> <li>• Hochwasservorsorge</li> <li>• Operationelles Hochwassermanagement</li> <li>• Projektstudie: Hochwasserschutzplan Fulda</li> </ul>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen</b>	Naturnaher Wasserbau Flussgebiets- und Hochwassermanagement
<b>(Lehr-/ Lernformen)</b>	Vortrag (Vorlesung), problembasiertes Lernen (Übung)
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen, Regenerative Energien (Re <sup>2</sup> ), Nachhaltiges Wirtschaften (NaWi), Landschaftsarchitektur und Landschaftsplanung
<b>Dauer des Angebotes des Moduls</b>	Ein Semester
<b>Häufigkeit des Angebotes des Moduls</b>	Jedes Wintersemester
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Hydromechanik Wasserbau und Wasserwirtschaft Grundlagen Wasserbauwerke und Strömungsverhalten von Fließgewässern
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	
<b>Studentischer Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden
<b>Studienleistungen</b>	
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b>	
<b>Prüfungsleistung</b>	Klausur (120 min.)
<b>Anzahl Credits für das Modul</b>	6
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald
<b>Lehrende des Moduls</b>	Dr.-Ing. Klaus Träbing, Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald
<b>Medienformen</b>	PowerPoint Präsentationen, Tafelanschrieb

	Unterlagen werden in elektronischer Form zur Verfügung gestellt
Literatur	<p><b>Naturnaher Wasserbau:</b></p> <p><b>ATV-DWK-Arbeitsbericht, 2003:</b> Feststofftransportmodelle für Fließgewässer. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.), Hennef.</p> <p><b>Jürging, P.</b> und Heinz Patt, (2005): Fließgewässer- und Auenentwicklung. Springer-Verlag.</p> <p><b>Naudascher, E.</b>, Hydraulik der Gerinne und Gerinnebauwerke, 2. Aufl., Springer-Verlag, 1992.</p> <p><b>Patt, H.</b>, Jürging, Peter und Werner Kraus, (2004): Naturnaher Wasserbau – Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern. 2. Auflage; Springer-Verlag.</p> <p><b>Schiectl, H.</b> Meinhard und Roland Stern. (2002): Naturnaher Wasserbau – Anleitung für ingenieurbiologische Bauweisen. Ernst W. + Sohn Verlag.</p> <p><b>Zanke, U.</b> (2013): Hydraulik für den Wasserbau, Springer Verlag.</p> <p><b>Zanke, U.</b>, Grundlagen der Sedimentbewegung, Springer-Verlag Berlin u.a., 1982.</p> <p><b>Flussgebiets- und Hochwassermanagement:</b></p> <p><b>Holtrup, P.</b>: Der Schutz grenzüberschreitender Flüsse in Europa – zur Effektivität internationaler Umweltregime. Jülich (1999)</p> <p><b>Möllenkamp, S.</b>: Integriertes Flussgebietsmanagement. Kooperationsstrukturen, Nutzungsinteressen und Bewirtschaftungsstrategien an Rhein, Elbe und Weser. Göttingen (2006)</p> <p><b>Richtlinie 2000/60/EG</b> des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. ABl. L 327 vom 22. 12. 2000. (Wasserrahmenrichtlinie – WRRL)</p> <p><b>Richtlinie 2007/60/EG</b> des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken. ABl. L 288 vom 06. 11. 2007</p>

### M1.4.2 Numerische Modelle im Wasserbau

Nummer/Code	
Modulname	Numerische Modelle im Wasserbau
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Der Einsatz von hydrodynamisch numerischen (HN-) Modellen in der heutigen wasserbaulichen Ingenieurpraxis ist häufig die Grundlage zur Durchführung von Strömungsanalysen in Fließgewässern. Das Teilmodul "Numerische Modelle im Wasserbau" hat daher zum Ziel, die Studierenden mit den elementaren theoretischen Modellgesetzen und Methoden der HN-Modellierung vertraut zu machen und Ihnen erste Einblicke in EDV-gestützten Systeme zur Analyse von hydraulischen Gegebenheiten zu ermöglichen. Dabei sollen durch eine vom Studierenden selbstständig – unter Anwendung eines Simulationswerkzeuges – zu bearbeiteten Studienarbeit die Arbeitsschritte dargelegt und das Verständnis der HN-Modellierung gefördert werden. Darüber hinaus werden aktuell behandelte Forschungsthemen im Rahmen der Vorlesungen aufgezeigt.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Grundlagen der Strömungsberechnung</li> <li>• Numerische Grundlagen von Lösungsalgorithmen</li> <li>• Geografische Informationssysteme (GIS) als Werkzeug des Pre- und Postprocessing bei HN-Verfahren</li> <li>• Einsatz von hydrodynamisch-numerischen Modellen in Abhängigkeit ihrer Dimensionalität <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Eindimensionale HN-Verfahren</li> <li>◦ Zweidimensionale HN-Verfahren</li> <li>◦ Dreidimensionale HN-Verfahren</li> </ul> </li> <li>• Automatisierter Betrieb von Staustufen, numerische Simulation von Staustufenketten</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Numerische Modelle im Wasserbau
(Lehr- / Lernformen)	Vortrag (Vorlesung), Gruppenarbeit (Studienarbeit), problembasiertes Lernen, selbstgesteuertes Lernen, kooperatives Lernen (Studienarbeit)
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch

Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Wasserbau und Wasserwirtschaft Grundlagen Wasserbauwerke und Strömungsverhalten von Fließgewässern Hydromechanik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden, inkl. Studienarbeit (60 Stunden)
Studienleistungen	Erfolgreiche Bearbeitung und termingerechte Abgabe einer Studienarbeit (60 Stunden)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald
Medienformen	PowerPoint Präsentationen, Tafelanschrieb, Videos zur Veranschaulichung der Theorie Praktische Übung am PC (HN-Modellierung), Unterlagen werden in elektronischer Form zur Verfügung gestellt.
Literatur	<b>DVWK-Schriften, Heft 127:</b> Numerische Modelle von Flüssen, Seen und Küstengewässern, Bonn 1999 <b>Malcherek, A.</b> Numerische Methoden der Strömungsmechanik, im Internet unter: <a href="http://www.hamburg.baw.de/hnm/nummeth/numerik.pdf">http://www.hamburg.baw.de/hnm/nummeth/numerik.pdf</a> <b>Noll, B.</b> (1993): Numerische Strömungsmechanik. Grundlagen. Springer Verlag, Berlin.

## M1.5 Umwelt und Verkehr

Für den Schwerpunkt „Umwelt und Verkehr“ können Module im Umfang von 12 Credits aus der folgenden Liste erwählt werden:

- Betrieb und Technik des ÖPNV (6C)
- Seminar empirische Verkehrsplanung (6 C)
- Mobilitätsverhalten und Mobilitätskultur (6 C)
- Modellierung der Verkehrsnachfrage (6 C)
- Nachhaltige Nahmobilität (6 C)
- Planung des ÖPNV (6C)
- Radverkehr und Nahmobilität (6 C)
- Telematikunterstützter Personen- und Güterverkehr (6 C)
- Verkehrstechnik II (6 C)
- Wirtschaft im ÖPNV (6 C)
- Aktuelle Themen der nachhaltigen Mobilität (6 C)

### M1.5.1 Betrieb und Technik des ÖPNV

Nummer/Code	
Modulname	Betrieb und Technik des ÖPNV
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse bei der Planung und Durchführung des ÖPNV-Betriebes erhalten und verfügen über erweiterte Kenntnisse in der Fahrzeugtechnik und der Betriebsanlagen, insbesondere des Schienenverkehrs. Sie kennen die wesentlichen Planungsgrundsätze für Bau und Betrieb, Fahr- und Dienstplanung sowie Personal- und Fahrzeugeinsatz und können diese selbstständig anwenden.</p> <p>Die Studierenden können selbstständig und in der Gruppe eine betriebsplanerische Aufgabe im ÖPNV erfolgreich bearbeiten. Die erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen befähigen zur Problemlösung in der Gruppe sowie zur Präsentation der Ergebnisse nach außen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü, S (4 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Betriebliche und technische Grundlagen</li> <li>– Produktionsplanung (Fahr- und Umlauf- und Dienstplanung)</li> <li>– Fahrbetrieb und Betriebssteuerung</li> <li>– Leistungsfähigkeit von Strecken und Anlagen</li> <li>– Störungsmanagement, Krisenmanagement</li> <li>– Fahrzeugtechnik (Fahrzeugarten und Betriebsweisen, Gestaltung und Ausrüstung, Laufwerke und Antriebe)</li> <li>– Betriebsanlagen (Trassenplanung, E-Technik, Oberbau)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>– Instandhaltung von Fahrzeugen und Betriebsanlagen</li><li>– Finanzwesen (Mittelbeschaffung, betriebliche Kostenkalkulation)</li></ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Betrieb und Technik des ÖPNV
Lehr-/Lernformen	Vorlesung, Projektlernen, Gruppenarbeit
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bau- und Umweltingenieurwesen , Masterstudiengang Mobilität, Verkehr und Infrastruktur
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Seminararbeit (Gruppenarbeit 20–30 Seiten), Vortrag
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer
Lehrende des Moduls	Dipl.-Ing. Klaus Reintjes, Lehrbeauftragter
Medienformen	Beamer, Tafel, IT
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

### M.1.5.2 Mobilitätsverhalten und Mobilitätskultur

Nummer/Code	
Modulname	Mobilitätsverhalten und Mobilitätskultur
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden erhalten vertiefte Kenntnisse zu sozialen und kulturellen Hintergründen der historischen Entwicklung des Personen- und Güterverkehrs und der darauf bezogenen Planung. Sie sind in der Lage, Zusammenhänge der Technikentwicklung mit in der Geschichte entstandenen Leitbildern zu erkennen und zu diskutieren. Dazu trainieren sie auch interdisziplinäre Debatten und erkennen neue Zusammenhänge von Verkehr, Städtebau und Architektur.</p> <p>Die Studierenden können selbstständig und in der Gruppe sozialwissenschaftliche Quellen in Bezug auf verkehrswissenschaftliche Relevanz beurteilen und einordnen. Die erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen befähigen zur Problemlösung in der Gruppe sowie zur Präsentation der Ergebnisse nach außen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü, S (3 SWS)
Lehrinhalte	<p>Das Mobilitätsverhalten, von der Verkehrsentstehung, der Verkehrsmittelwahl bis hin zu Benutzung eines bestimmten Fahrzeuges ist ein nicht nur rein technisch zu erklärendes Phänomen.</p> <p>In der Veranstaltung sollen die kulturell geprägten Sichtweisen auf unser Verhalten in der Transportnachfrage und deren Realisierung, wie sie heute bestehen, problematisiert und ihnen neue Sichtweisen gegenübergestellt werden. Viele aktuelle Urteile über die Fortbewegung werden aufgrund keineswegs alter Wertvorstellungen (vor allem aus dem letzten Jahrhundert) geprägt. Die uns heute gewärtigen Bilder über den öffentlichen Raum, also im Wesentlichen die Straße zwischen den Häusern, mit Rechten und Vorrechten (inklusive etwa von Verkehrsschildern) existierten vor 1900 gar nicht oder in ganz anderer Form. Auch der Begriff „Mobilität“ selbst für den Verkehr tauchte wesentlich erst in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts auf.</p> <p>Was ist Mobilität? Ist sie „gut für die Wirtschaft“? Ist sie ein „Grundrecht“ auf ungehindertes globales Herumreisen für alle Menschen und Waren? Die kulturellen und historischen Hintergründe haben wesentlichen Einfluss darauf, wie Antworten auf diese Frage heute lauten und wie sich diese verändern können. Und selbstverständlich prägen diese Hintergründe die aktuellen Verhaltensweisen im Verkehr sowie die Politik und die Planung.</p> <p>Dies wird in der Veranstaltung an Beispielen gezeigt. Es wird auch gezeigt, dass ohne einen Paradigmenwechsel in der</p>

	<p>Mobilitätskultur das, was als „Mobilitätswende“ bezeichnet wird, nicht gelingen kann.</p> <p>Angesiedelt ist die Thematik zwischen Sozialwissenschaft und Technik und wir versuchen eine Lücke zu schließen : Bisher gilt Verkehr oft als reines Gebiet der Technik.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Mobilitätsverhalten und Mobilitätskultur
Lehr-/Lernformen	Vorlesung, Projektlernen, Gruppenarbeit, Spaziergänge und Exkursionen
Verwendbarkeit des Moduls	
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 150 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Hausarbeit (20–30 Seiten), ggf. auch als Gruppenarbeit mit Vortrag
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Helmut Holzapfel
Medienformen	Beamer, Tafel, EDV
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

### M1.5.3 Modellierung der Verkehrsnachfrage

Nummer/Code	
Modulname	Modellierung der Verkehrsnachfrage
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse bei den Ursachen der Mobilität und in der Modellierung der Verkehrsnachfrage erhalten. Sie kennen die wesentlichen Modelltypen und können diese sowohl mittels eigener Rechnungen als auch auf Basis von Planungssoftware anwenden.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, selbständig und in Teamarbeit Aufgaben bei der Erstellung eines EDV-gestützten Verkehrsnachfragemodells zu lösen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü, S (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Theorie der Verkehrsplanung</b>            Mobilität, Determinanten der Verkehrsnachfrage, Verkehrserzeugung, Wegekettenmodell, Entscheidungsmodelle, Verkehrszielwahlmodelle, Verkehrsmittelwahlmodelle, Umlegungsmodelle</p> <p><b>IT-Anwendungen in der Verkehrsplanung</b>            Anhand eines konkreten Planungsbeispiels werden die wesentlichen Schritte bei der Erstellung eines Verkehrsnachfragemodells sowie die Grundlagen und die Anwendung der EDV-Software für Verkehrsplanungszwecke (VISEM, VISUM) behandelt.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Modellierung der Verkehrsnachfrage
(Lehr- / Lernformen)	Vorlesung, Gruppenarbeit, Projektlernen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester (jährlicher Rhythmus)
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (42 Stunden) Selbststudium: 138 Stunden
Studienleistungen	Hausübung (20 Stunden)

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	mündliche Prüfung (30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer, wiss. Mitarbeiter des FG Verkehrsplanung und Verkehrssysteme
Medienformen	Beamer, Tafel, EDV
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

### M1.5.4 Nachhaltige Nahmobilität

Nummer/Code	
Modulname	Nachhaltige Nahmobilität
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Studierende besitzen eine interdisziplinäre Sichtweise auf nachhaltige Nahmobilität insbesondere des Radverkehrs. Sie haben Kompetenzen zur transdisziplinären Zusammenarbeit erlangt. Sie sind in der Lage, selbstständig Recherchetätigkeiten durchzuführen und ihre Ergebnisse zielgruppengerecht zu präsentieren. Sie kennen die Aspekte der Nachhaltigkeit und nachhaltiger Mobilität als auch verkehrspychologische, soziologische, infrastrukturelle sowie sportwissenschaftliche Grundlagen.
Lehrveranstaltungsarten	S, KO (3 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bildung für Nachhaltige Entwicklung</li> <li>– Bearbeitung von projektbezogenen Aufgaben</li> <li>– Beitrag des Radfahrens aus soziologischer, psychologischer und sportwissenschaftlicher Perspektive</li> <li>– Beitrag des Fahrrads zu den 17 SDGs</li> <li>– Partizipation und Bewusstseinsschaffung</li> <li>– Beitrag der Nah- und Mikromobilität zur Verkehrswende</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	<p>Nachhaltige Nahmobilität</p> <p>Informationen siehe im Vorlesungsverzeichnis und Moodle unter „<b>Angewandte Forschungsprojekte im Kontext des Radfahrens</b>“</p>
(Lehr- / Lernformen)	Gruppenarbeit, Exkursion, kollaboratives und kooperatives Lernen, selbstgesteuertes Lernen, problembasiertes Lernen, Vortrag, Präsentation
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Mobilität, Verkehr und Infrastruktur, M. Sc. Umweltingenieurwesen, M. Sc. Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Wintersemester
Sprache	Deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	

Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 45 Stunden Selbststudium: 135 Stunden
Studienleistungen	Präsentation, Kolloquium, erfolgreiche Bearbeitung eines Projektes
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Hausarbeit (30–40 Seiten)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Angela Francke (FB 14)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Angela Francke (FB 14), Prof. Dr. Norbert Hagemann (FB 05 Sport und Sportwissenschaft), wissenschaftliche Mitarbeitende FG Radverkehr und Nahmobilität (FB 14)
Medienformen	Powerpoint, Moodle
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

### M1.5.5 Planung des ÖPNV

Nummer/Code	
Modulname	Planung des ÖPNV
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse bei der Planung des Öffentlichen Personennahverkehrs erhalten. Sie kennen die wesentlichen Angebotsformen öffentlicher Verkehrssysteme, Angebots- und Nachfragekenngrößen sowie die Methoden der Nahverkehrs- und Angebotsplanung und können diese selbstständig anwenden.</p> <p>Die Studierenden können selbstständig und in der Gruppe eine verkehrsplanerische Aufgabe im ÖPNV erfolgreich bearbeiten. Die erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen befähigen zur Problemlösung in der Gruppe sowie zur Präsentation der Ergebnisse nach außen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü, S (3 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Begriffsbestimmungen, Akteure im ÖPNV, Organisation des ÖPNV</li> <li>– Vorstellung der Hausarbeit, Einteilung in Gruppen</li> <li>– Fahrgastnachfrage, Kenngrößen und Strukturen</li> <li>– ÖPNV-Angebot, Kenngrößen und Standards</li> <li>– Nahverkehrsplanung</li> <li>– Angebotsplanung</li> <li>– Kapazitätsplanung</li> <li>– Angebotsformen im ÖPNV</li> <li>– Bedarfsverkehre</li> <li>– Dimensionierung eines Bedarfsverkehrs</li> <li>– Sharing-Angebote</li> <li>– Präsentation (15 Minuten) der Zwischenergebnisse der Hausarbeit im Januar</li> <li>– Fernbus</li> <li>– Präsentation (15 Minuten) der Ergebnisse der Hausarbeit (vsl. Ende Februar)</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Planung des ÖPNV
Lehr-/Lernformen	<p>Vorlesung, Projektlernen, Gruppenarbeit</p> <p>Die Leistungserbringung erfolgt in Kleingruppen (3 bis 5 Personen), die von den Lehrpersonen auf Basis bisheriger Kenntnisse (z.B. durch Abfrage des Bachelorstudiengangs oder bereits absolviertener Module) eingeteilt werden. Es gibt</p>

	grundsätzlich eine Gesamtnote je Gruppe. Bei größeren Diskrepanzen in der Leistungserbringung zwischen den Studierenden behalten sich die Lehrpersonen allerdings vor, Einzelnoten zu vergeben.
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bau- und Umweltingenieurwesen , Masterstudiengang Mobilität, Verkehr und Infrastruktur
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundlagen der Verkehrsplanung sowie Basiswissen zum ÖPNV (Akteure, Organisationen u.ä.)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 32 Stunden Selbststudium: 148 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Hausarbeit (Gruppenarbeit 20–30 Seiten), Vortrag
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer, wiss. Mitarbeiter des FG Verkehrsplanung und Verkehrssysteme
Medienformen	Beamer, Tafel, EDV
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

### M1.5.6 Radverkehr und Nahmobilität

Nummer/Code	
Modulname	Radverkehr und Nahmobilität
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse zum Entwurf, Gestaltung und Betrieb von Fuß- und Radverkehrsanlagen.</p> <p>Sie kennen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– die wesentlichen Anforderungen und Regelwerke,</li> <li>– Bedürfnisse des Fuß- und Radverkehrs,</li> <li>– Konzepte zur Fuß- und Radverkehrsförderung,</li> <li>– und können diese entsprechend dem Kontext selbstständig auswerten, auswählen und anwenden.</li> </ul> <p>Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig und in der Gruppe eine (Fuß- und Rad-)verkehrliche Problemlage zu erörtern und einen systematischen Lösungsweg aufzuzeichnen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Bedürfnisse des Radverkehrs</li> <li>– Führung des Radverkehrs</li> <li>– Baurechtliche Anforderungen an Fuß- und Radverkehrsanlagen</li> <li>– Entwurf und Gestaltung von Fuß- und Radverkehrsanlagen</li> <li>– Entwurf und Gestaltung von Knotenpunkten</li> <li>– Infrastruktur für Radverkehr in der Stadt und auf dem Land</li> <li>– Subjektive und objektive Verkehrssicherheit</li> <li>– Nationale und internationale Best Practices</li> <li>– Konzepte zur Fuß- und Radverkehrsförderung</li> <li>– Verkehrspychologie und Mobilitätsverhalten</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Gestaltung von Fuß- und Radverkehrsanlagen
(Lehr- / Lernformen)	Vortrag, Gruppenarbeit, Projektlernen
Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieur- und Umweltingenieurwesen sowie Mobilität, Verkehr und Infrastruktur
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	Deutsch/ Englisch

Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Hausarbeit (20–30 Seiten), ggf. auch als Gruppenarbeit mit Vortrag
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ing. Angela Francke
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Ing. Angela Francke (FB 14), wissenschaftliche Mitarbeitende FG Radverkehr und Nahmobilität (FB 14)
Medienformen	PowerPoint, Videos, Moodle
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

### M1.5.7 Seminar empirische Verkehrsplanung

Nummer/Code	
Modulname	Seminar empirische Verkehrsplanung (ehemals Seminar Verkehrserhebungen und Datenmanagement)
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Im Rahmen dieses Seminars haben die Studierenden gelernt, wie eine konkrete Verkehrserhebung vorbereitet, durchgeführt und ausgewertet wird. Sie können Erhebungs-, Stichproben- und Verfahren der Datenbearbeitung und -auswertung auf eine konkrete Aufgabenstellung anwenden.</p> <p>Die Arbeit erfolgt weitgehend selbstständig in Kleingruppen, ggf. in Abstimmung mit einem Praxispartner.</p>
Lehrveranstaltungsarten	PS (4 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vorstellung der Erhebungsaufgabe, Einteilung in Gruppen,</li> <li>– Planung und organisatorische Vorbereitung der Erhebung,</li> <li>– Erstellung der Erhebungsunterlagen (inkl. Pretest),</li> <li>– Durchführung der Erhebung,</li> <li>– Dateneingabe und -aufbereitung,</li> <li>– Auswertung und Hochrechnung,</li> <li>– Präsentation der Zwischen- und Endergebnisse.</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltung	Seminar empirische Verkehrsplanung
(Lehr- / Lernformen)	Projektlernen, Gruppenarbeit
Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	theoretische Kenntnisse der empirischen Sozialforschung und/oder von Verkehrserhebungen sowie von Verfahren des Datenbearbeitung und -auswertung
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 10 Stunden</p> <p>Selbststudium: 170 Stunden</p>

Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Hausarbeit (Gruppenarbeit 20–30 Seiten), Vortrag
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer, wiss. Mitarbeiter des FG Verkehrsplanung und Verkehrssysteme
Medienformen	Beamer, Tafel, EDV
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

### M1.5.8 Telematikunterstützter Personen- und Güterverkehr

Nummer/Code	
Modulname	Telematikunterstützter Personen- und Güterverkehr
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden verfügen über ein breites Verständnis des technisch-organisatorischen Managements von Transport und Verkehr unter besonderer Berücksichtigung der Planung, Steuerung, Realisierung und Kontrolle von Güterflüssen. In der Vorlesung „Transportlogistik“ setzen sich die Studierenden mit den systemtheoretischen Grundlagen logistischer Prozesse und mit deren Umsetzungsmöglichkeiten auf verschiedenen Verkehrsträgern auseinander. Darüber hinaus lernen sie die Prinzipien der informationstechnischen Begleitung von Güterflüssen und die technologischen Möglichkeiten hierzu kennen. In der Vorlesung „Individuelle Leitsysteme“ erwerben die Studierenden wiederum vertiefte Kenntnisse zu modernen Informations- und Kommunikationstechnologien für die Beeinflussung des Straßenverkehrs und für das Flottenmanagement im Güterverkehr. Chancen und Herausforderungen dieser Telematiktechnologien im Verkehrswesen sind ihnen geläufig.
Lehrveranstaltungsarten	VL (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Transportlogistik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgaben und Strukturen der Logistik</li> <li>• Systemtheoretische Grundlagen</li> <li>• Einführung in die Planung logistischer Systeme</li> <li>• Transportgut, Verpackung, Ladeeinheit, Umschlag</li> <li>• Straßengüterverkehr</li> <li>• Schienengüterverkehr</li> <li>• See- und Binnenschiffsverkehr</li> <li>• Kombinierter Verkehr und Schnittstellen</li> <li>• Informationslogistik</li> </ul> <p><b>Individuelle Leitsysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziele, Möglichkeiten und Grundlagen der individuellen dynamischen Verkehrsbeeinflussung</li> <li>• Telematikanwendungen im Personen- und Güterverkehr</li> <li>• Positionsbesimmung und dynamische Zielführung</li> <li>• Geographische Referenzierung und digitale Karten</li> <li>• Flottenmanagement</li> <li>• Strategien der öffentlichen Hand</li> <li>• Nachfragesteuerung durch Road Pricing</li> <li>• Kommunikation mit Verkehrsteilnehmern</li> <li>• Architektur ausgewählter Systeme</li> </ul>

<b>Titel der Lehrveranstaltungen</b>	Transportlogistik Individuelle Leitsysteme
<b>(Lehr-/ Lernformen)</b>	Vorlesung, Projektlernen
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
<b>Dauer des Angebotes des Moduls</b>	Ein Semester
<b>Häufigkeit des Angebotes des Moduls</b>	Jedes Wintersemester
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Verkehrstechnik I
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	
<b>Studentischer Arbeitsaufwand</b>	Präsenzzeit: 4 SWS (42 Stunden) Selbststudium: 138 Stunden
<b>Studienleistungen</b>	
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b>	
<b>Prüfungsleistung</b>	Zwei Fachgespräche (jeweils 20 min.)
<b>Anzahl Credits für das Modul</b>	6
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Hoyer
<b>Lehrende des Moduls</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Hoyer
<b>Medienformen</b>	Beamer, Tafel
<b>Literatur</b>	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

### M1.5.9 Verkehrstechnik II

Nummer/Code	
Modulname	Verkehrstechnik II
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse über die funktionalen, technischen und organisatorischen Möglichkeiten der kollektiven Beeinflussung des Straßenverkehrs. Nach erfolgreicher Teilnahme an der Lehrveranstaltung „Kollektive Leitsysteme“ sind sie in der Lage, die Prinzipien der Verkehrsbeeinflussung einzuordnen und deren verkehrstechnische Umsetzung auf der Basis einschlägiger Richtlinien entsprechend zu begleiten. Die Lehrveranstaltung „Verkehrssimulation“ befähigt die Studierenden, die mikroskopische Modellierung und Simulation von Verkehrsabläufen als Hilfsmittel für die Bewertung von Maßnahmen der Verkehrssteuerung und -lenkung einzusetzen. Sie haben die erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten anhand eines simulationsgestützten Entwurfs verkehrsabhängiger Lichtsignalanlagen nachgewiesen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Kollektive Leitsysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziele, Möglichkeiten und Grundlagen der kollektiven Verkehrsbeeinflussung</li> <li>• Verkehrsrechnerzentralen</li> <li>• Knotenpunktbeeinflussung</li> <li>• Streckenbeeinflussung</li> <li>• Netzbeeinflussung</li> <li>• Tunnelsteuerung</li> <li>• Parkleitsysteme</li> </ul> <p><b>Verkehrssimulation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundprinzipien der Modellierung und Simulation des Straßenverkehrs</li> <li>• Makroskopische Verkehrsflussmodelle</li> <li>• Mikroskopische Verkehrsflussmodelle</li> <li>• Modellierung des Fahrer-Fahrzeugverhaltens</li> <li>• Datenversorgung von Simulationsmodellen</li> <li>• Kalibrierung und Validierung</li> <li>• Durchführung einer Simulationsstudie</li> </ul> <p>Im praktischen Teil wird mit einer Simulationssoftware ein mikroskopisches Verkehrsflussmodell erstellt, mit dessen Hilfe verschiedene Varianten von verkehrsabhängigen Lichtsignalsteuerungen vergleichend bewertet werden.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	<p>Kollektive Leitsysteme</p> <p>Verkehrssimulation</p>
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung, Projektlernen, Simulationsmodellerstellung

Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Verkehrstechnik I
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (42 Stunden) Selbststudium: 138 Stunden
Studienleistungen	Durchführung einer Simulationsstudie zur Bewertung verkehrsabhängiger Lichtsignalanlagen und Vorstellung der Ergebnisse in einem Fachgespräch (20 min.)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Fachgespräch (20 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Robert Hoyer
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Robert Hoyer
Medienformen	Beamer, Tafel, PC-Pool
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

### M1.5.10 Wirtschaft im ÖPNV

Nummer/Code	
Modulname	Wirtschaft im ÖPNV
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse bei wirtschaftlichen Fragen im Öffentlichen Personennahverkehr erhalten. Sie kennen die Grundlagen und Instrumente des Verkehrsdiestleistungsmarketing, insbesondere das Instrument der Preispolitik, und können diese selbstständig anwenden. Sie sind in der Lage, Verbundeneinnahmen auf Verkehrsunternehmen, Aufgabenträger und Linien aufzuteilen.</p> <p>Die Studierenden können selbstständig und in der Gruppe eine verkehrswirtschaftliche Aufgabe im ÖPNV erfolgreich bearbeiten. Die erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen befähigen zur Problemlösung in der Gruppe sowie zur Präsentation der Ergebnisse nach außen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü, S (3 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Einstieg: Akteure im ÖPNV, Organisation des ÖPNV, Vorstellung der Hausarbeit, Einteilung in Gruppen</li> <li>– Finanzierung des ÖPNV, Drittutzerfinanzierung</li> <li>– Kostenstrukturen im ÖPNV</li> <li>– Überblick über das Verkehrsdiestleistungsmarketing</li> <li>– Vertrieb im ÖPNV</li> <li>– Tarifgestaltung (klassische und EFM-basierte Tarife)</li> <li>– Abschätzung der Wirkungen von Tarifmaßnahmen</li> <li>– Verfahren der Einnahmenaufteilung</li> <li>– Wettbewerb im ÖPNV</li> <li>– Präsentation (15 Minuten) der Zwischenergebnisse der Hausarbeit im Januar</li> <li>– Fahrplanauskunftssysteme, Mobilitätsplattformen</li> <li>– Präsentation (15 Minuten) der Ergebnisse der Hausarbeit (vsl. Ende Februar)</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Wirtschaft im ÖPNV
Lehr-/Lernformen	<p>Vorlesung, Projektlernen, Gruppenarbeit.</p> <p>Die Leistungserbringung erfolgt in Kleingruppen (3 bis 5 Personen), die von den Lehrpersonen auf Basis bisheriger Kenntnisse (z.B. durch Abfrage des Bachelorstudiengangs oder bereits absolviertes Modul) eingeteilt werden. Es gibt grundsätzlich eine Gesamtnote je Gruppe. Bei größeren Diskrepanzen in der Leistungserbringung zwischen den</p>

	Studierenden behalten sich die Lehrpersonen allerdings vor, Einzelnoten zu vergeben.
Verwendbarkeit des Moduls	
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundlagen der Verkehrsplanung sowie Basiswissen zum ÖPNV (Akteure, Organisationen u.ä.). Kenntnisse in der Bearbeitung und Auswertung von Daten, z.B. mittels Programmierung in R oder Python, erweiterte Excel-Kenntnisse
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 150 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Hausarbeit (Gruppenarbeit 20–30 Seiten), Vortrag
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer, wiss. Mitarbeiter des FG Verkehrsplanung und Verkehrssysteme
Medienformen	Beamer, Tafel, EDV
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

### M1.5.11 Aktuelle Themen der nachhaltigen Mobilität

Nummer/Code	
Modulname	Aktuelle Themen der nachhaltigen Mobilität
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden gewinnen eine umfassende Sichtweise auf aktuelle Themen und Entwicklungen der nachhaltigen Mobilität, wobei auch die Interaktion von verschiedenen Verkehrsmitteln betrachtet wird. Sie sind in der Lage, selbstständig Recherchetätigkeiten durchzuführen und ihre Ergebnisse zielgruppengerecht zu präsentieren. Bestandteil des Seminars ist auch die Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung einer Exkursion, die aktuelle Entwicklungen im nachhaltigen Mobilitätsbereich im Fokus hat.
Lehrveranstaltungsarten	S, EX (3 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aspekte und Eigenschaften der nachhaltigen Mobilität</li> <li>– Teilnahme, sowie inhaltliche Vor- und Nachbereitung einer Exkursion</li> <li>– Beiträge des Umweltverbundes zur Verkehrswende</li> <li>– verkehrsplanerische und -psychologische Aspekte</li> <li>– Bearbeitung von projektbezogenen Aufgaben</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Aktuelle Themen der nachhaltigen Mobilität
(Lehr- / Lernformen)	Seminar, Exkursion, Gruppenarbeit, kollaboratives und kooperatives Lernen, selbstgesteuertes Lernen, problembasiertes Lernen, Vortrag, Präsentation
Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Umweltingenieurwesen; B.Sc. Bauingenieurwesen; M. Sc. Bauingenieurwesen; M.Sc. Mobilität, Verkehr und Infrastruktur
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Sommersemester
Sprache	Deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 45 Stunden Selbststudium: 135 Stunden

Studienleistungen	Zwischenpräsentation
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Hausarbeit, (ggf. als Gruppenarbeit) mit einem Umfang von 20-30 Seiten
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Angela Francke (FB 14)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Angela Francke (FB 14), wissenschaftliche Mitarbeitende FG Radverkehr und Nahmobilität (FB 14)
Medienformen	Powerpoint, Moodle
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

## M2 Schwerpunkt Umwelttechnik B

### M2.1 Regenerative Energien – Thermische Verfahren

Dieser Schwerpunkt bietet die im Folgenden beschriebenen Module aus denen im Umfang von 12 Credits zu wählen ist.

- Energiewandlungsverfahren (6 C)
- Energie aus Abwassersystemen (3 C)
- Grundlagen der energetischen Nutzung von Biomasse und Messtechnik thermischer Größen (3 C)

Die Beschreibung des Moduls „Energie aus Abwassersystemen“ ist in der Rubrik Master–Umweltingenieurwesen Ergänzung (M3.9) nachzusehen.

#### M2.1.1 Energiewandlungsverfahren

Nummer/Code	
Modulname	Energiewandlungsverfahren
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Der/die Studierende kann: – die wichtigsten Energiewandlungsverfahren mit ihren jeweiligen Energiewandlungsstufen strukturieren und erläutern – Energiewandlungsstufen und deren Effizienz berechnen – Softwaretools zur Auslegung und Simulation regenerativer Energiewandler bedienen
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	Im Rahmen der Vorlesung werden systematisch verschiedene Energiewandlungsverfahren zur Erzeugung elektrischer Energie differenziert nach ihren Energiewandlungsstufen behandelt. Dazu gehören regenerative Energiewandler, welche die Sonnenenergie direkt oder indirekt nutzen (Solarenergie, Windenergie, Wasserenergie, Bioenergie) sowie thermodynamische Energiewandler auf Basis von Kernenergie, Geothermie und verschiedenen Brennstoffen. Bei der Berechnung der Energiewandlungsstufen findet deren Effizienz besondere Berücksichtigung. In der Übung werden diese Berechnungsverfahren vertieft und zusätzlich Softwaretools zur Auslegung und Simulation regenerativer Energiewandler eingesetzt.
Titel der Lehrveranstaltungen	Energiewandlungsverfahren
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung mit Übung
Verwendbarkeit des Moduls	u.a. Masterstudiengang Umweltingenieurwesen

Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Mathematik–Grundvorlesungen, Grundlagen der Elektrotechnik, Einführung in die Programmierung
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	mündliche Prüfung (30 min.) oder Klausur (90 min)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Martin Braun (FB 16)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Martin Braun und Mitarbeiter (FB 16)
Medienformen	Beamer (Vorlesung), Tafel (Herleitungen, Erklärungen), Papier (Übungen), Simulationstools (Übungen)
Literatur	Volker Quaschning: „Regenerative Energiesysteme“ Weitere Literatur wird in der Vorlesung benannt.

## M2.1.2 Grundlagen der energetischen Nutzung von Biomasse und Messtechnik thermischer Größen

Nummer/Code	
Modulname	Grundlagen der energetischen Nutzung von Biomasse und Messtechnik thermischer Größen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse hinsichtlich der Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse als regenerative Energiequelle. Die erworbene Kompetenz umfasst die gesamte Verfahrenskette von der Beschaffung der Biomasse über die Konversion bis zur Integration der Bioenergie in das (regenerative) Energiesystem, sowie praktische Erfahrungen zur Messtechnik von Temperaturen, Volumenströmen, Drücken und meteorologischer Größen.
Lehrveranstaltungsarten	VL (mit Praktikumsteil) (2 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Grundlagen der Biomassebereitstellung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkmale von verschiedenen Biomassen im Kontext der energetischen Nutzung</li> <li>• Limitierende Faktoren der Biomasseproduktion</li> <li>• Energieertrag, Vergleich zu anderen EE</li> <li>• Kohlenstoff- und Nährstoffkreisläufe</li> <li>• Logistische Anforderungen</li> </ul> <p><b>Grundlagen der energetischen Nutzung von Biomasse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbrennungstechnische Grundlagen</li> <li>• Verfahrenstechnische Grundlagen</li> </ul> <p><b>Grundzüge der Wandlungspfade</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festbrennstoffe</li> <li>• Thermochemische Vergasung</li> <li>• Flüssige Energieträger 1. Generation</li> <li>• Biogas/Methan</li> </ul> <p><b>Die Rolle der Bioenergie im Energiesystem</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung in Deutschland</li> <li>• Entwicklung weltweit</li> </ul> <p><b>Anknüpfung an die Wasserstoffwirtschaft</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundzüge der Wasserstoffwirtschaft</li> <li>• Wasserstoff aus Biomasse</li> <li>• Wasserstoff mit Biomasse</li> </ul> <p><b>Versuche zur thermischen Messtechnik</b></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatz verschiedener Sensoren zur Messung von Temperaturen, Volumenströmen, Drücken und meteorologischer Größen</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Energetische Nutzung von Biomasse
(Lehr- / Lernformen)	Vorlesung mit Praktikumsteil
Verwendbarkeit des Moduls	u.a. Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundlagen der Chemie und Thermodynamik sowie zur Messung kalorimetrischer Größen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (insges. 30 Stunden, 20h Vorlesung 10h Laborversuch) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	Durchführung eines Laborversuchs (Anwesenheitspflicht)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Studienleistung
Prüfungsleistung	Klausur, Versuchsdurchführung und Praktikumsprotokoll
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Klaus Vajen
Lehrende des Moduls	Dr. Krautkremer (IEE), Prof. Dr. Klaus Vajen (FB 15)
Medienformen	PowerPoint-Präsentationen, Gruppenarbeit, Laborpraktikum, Praktikum, praktische Arbeiten, Vorträge, Fachgespräch. Vorlesungsskripte können auf der zentralen eLearning-Plattform der Hochschule (Moodle) nach Anmeldung heruntergeladen werden.
Literatur	J.Karl: Dezentrale Energiesysteme: Neue Technologien im liberalisierten Energiemarkt, (Oldenbourg Wissenschaftsverlag); (Auflage: verbesserte Auflage 10. Mai 2006) V. Quasching: Regenerative Energiesysteme: Technologie – Berechnung – Simulation, (Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG); (Auflage: 8., aktualisierte und erweiterte Auflage 17. Januar 2013)

	<p>R. Zahoransky: Energietechnik: Systeme zur Energieumwandlung. IE Leipzig, TU Hamburg–Harburg: Analyse und Evaluierung der thermo-chemischen Vergasung von Biomasse, (Springer Vieweg); (Auflage: 6. Aufl. 2012, 5. Dezember 2012)</p> <p>N. Schmitz, J. Henke, G. Klepper: Biokraftstoffe – Eine vergleichende Analyse, (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.), ( 2. Neuausgabe, 2009)</p> <p>Praktikumsskript (verfügbar über Moodle)</p>
--	---

## M2.2 Regenerative Energien – Sonne, Wind, Wasser

Dieser Schwerpunkt bietet die im Folgenden beschriebenen Module aus denen im Umfang von 12 Credits zu wählen ist.

- Energie aus Abwassersystemen (3 C)
- Standortbewertung für Windenergieanlagen (6 C)
- Energiewandlungsverfahren (6 C)
- Photovoltaik Systemtechnik 1+2 (4 C)
- Regelung und Netzintegration von Windkraftanlagen (3 C)
- Wärmepumpen und Solarthermie (4 C)
- Planung innovativer Wärmeversorgungssysteme (4 C)
- Praktikum Solarthermische Komponenten und Systeme (3 C)
- Wasserkraftanlagen (3 C)
- Windenergie als Teil des Energieversorgungssystems (3 C)
- Transformation der industriellen Wärmeversorgung (2 C)
- Nutzung der Windenergie (3 C)
- Simulation solarunterstützter Wärmeversorgungssysteme: TRNSYS (4 C)

Die Modulbeschreibung „Energiewandlungsverfahren“ ist der Rubrik Master – Schwerpunkt Regenerative Energien – Thermische Verfahren zu entnehmen. Die Beschreibung für das Modul „Energie aus Abwassersystemen“ befindet sich in der Rubrik Master – Umweltingenieurwesen Ergänzung.

### M2.2.1 Standortbewertung für Windenergieanlagen

<b>Nummer/Code</b>	
<b>Modulname</b>	Standortbewertung für Windenergieanlagen
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)</b>	<p>Studierende sollen am Ende des Moduls in der Lage sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standorte für die Windenergienutzung zu identifizieren</li> <li>• Messungen mit Messmast oder LiDAR zu planen</li> <li>• Alle Schritte für Ertragsberechnungen auf Basis von Winddaten zu kennen und diese durchzuführen</li> <li>• Die Grundlagen der Windphysik zu verstehen</li> <li>• Verständnis von Unsicherheiten von Windgutachten zu haben</li> <li>• die richtige Windturbine für einen Standort auswählen zu können</li> </ul>
<b>Lehrveranstaltungsarten</b>	S 2 SWS
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifizierung von Standorten, die für die Windenergie geeignet sind, unter Berücksichtigung von Umweltauswirkungen von Windenergieanlagen</li> <li>• Bestimmung des Windpotenzials und Ertragspotenzials</li> <li>• Grundlagen der Mikro-Grenzschichtmeteorologie</li> <li>• Grundlagen der Fernerkundungsverfahren</li> <li>• Grundlagen der Modellierung der Windressource für Windparks</li> <li>• Measure–Correlate–Predict Verfahren zu Abschätzung des Langzeitwindklimas (Langzeitkorrelation)</li> <li>• Abschätzung und Berechnung von Unsicherheiten der Wind-/Ertragsabschätzung</li> <li>• Design- Windbedingungen für Turbinenauswahl (Turbine Suitability Analysis)</li> <li>• Nachlaufströmungen in Windparks</li> <li>• Qualitätsmanagement und Analyse von Winddaten</li> <li>• Umweltauswirkungen von Windenergieanlagen</li> <li>• GIS-basierte Windpotentialanalyse</li> </ul>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen</b>	Standortbewertung für Windenergieanlagen
<b>(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)</b>	Vorlesung
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M. Sc. Regenerative Energien und Energieeffizienz M.Sc. Umweltingenieurwesen
<b>Dauer des Angebotes des Moduls</b>	Ein Semester
<b>Häufigkeit des Angebotes des Moduls</b>	Jedes Sommersemester
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	–

<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	-
<b>Studentischer Arbeitsaufwand</b>	30 SWS 60 Stunden Selbststudium
<b>Studienleistungen</b>	mündliche Prüfung zum Blockseminar
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b>	-
<b>Prüfungsleistung</b>	Mündliche Prüfung 30 Minuten
<b>Anzahl Credits für das Modul</b>	2- T Credits
<b>Lehreinheit</b>	Fachbereich 15
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Klaus Vajen
<b>Lehrende des Moduls</b>	Dr. Doron Callies Dr. Lukas Pauscher Dipl.-Ing. Tabea Hildebrand
<b>Medienformen</b>	Medienformen: Tafel und Beamer
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emeis, S.; Wind Energy Meteorology, Atmospheric Physics for Wind Power Generation, Springer-Verlag GmbH, 09/2012,</li> <li>• Foken, T.; Angewandte Meteorologie: Mikrometeorologische Methoden, Springer; Auflage: 4., überarb. u. erw. Aufl. 2024,</li> <li>• IEC 61400-12-1:2005 Power performance measurements of electricity producing wind turbines</li> <li>• Kraus, H.; Grundlagen der Grenzschicht-Meteorologie: Einführung in die Physik der Atmosphärischen Grenzschicht und in die Mikrometeorologie, Springer; Auflage: 2008 (25. Februar 2008),</li> <li>• Stull, R. B.; An Introduction to Boundary Layer Meteorology, Springer, 1988</li> <li>• Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Teil 6 Bestimmung von Windpotential und Energieerträgen, Revision 12</li> <li>• Troen I. and Petersen, E. L.; European Wind Atlas,</li> <li>• Weitkamp, C. : Lidar: Range-resolved optical remote sensing of the atmosphere. New York : Springer, 2005 (Springer series in optical sciences).</li> <li>• Evaluation of Site-Specific Wind Conditions (Version 3), 09.2022 URL: <a href="http://www.measnet.com">http://www.measnet.com</a></li> </ul>

## M2.2.2 Photovoltaik Systemtechnik 1+2

Nummer/Code	
Modulname	Photovoltaik Systemtechnik 1+2
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Teil 1: Grundlagen</b> Die Studierenden werden mit den Grundlagen der Photovoltaik vertraut gemacht.</p> <p><b>Teil 2: Systemtechnik</b> Den Studierenden soll die Kompetenz vermittelt werden, photovoltaische Stromversorgungen zu entwerfen, deren Energieerträge zu bestimmen und dabei die Netzanschlussbedingungen zu berücksichtigen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (3 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Teil 1: Grundlagen</b> Grundlagen (Einstrahlung, Funktionsweise Solarzelle) und Systemkomponenten (Zellen, Module, Leistungselektronik)</p> <p><b>Teil 2: Systemtechnik</b> Entwurf von photovoltaische Stromversorgungen (netzgekoppelt, netzautark), Bestimmung der Energieerträge, Netzanschlussbedingungen</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Photovoltaik Systemtechnik 1+2
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung und Übung
Verwendbarkeit des Moduls	u.a. Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundlagen Energietechnik und elektrische Anlagen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p><b>Vorlesung</b> Präsenzzeit: 1,5 SWS (20 Stunden) Selbststudium: 40 Stunden</p> <p><b>Übung</b> Präsenzzeit: 1,5 SWS (20 Stunden) Selbststudium: 40 Stunden</p>

Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (45+45 min=90 min.) oder mündliche Prüfung (15+15 = 30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	4
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Martin Braun (FB 16)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Martin Braun und Mitarbeiter (FB 16)
Medienformen	Beamer, Tafel, Overhead-Projektor
Literatur	Literatur wird in der Vorlesung benannt.

### M2.2.3 Regelung und Netzintegration von Windkraftanlagen

Nummer/Code	
Modulname	Regelung und Netzintegration von Windkraftanlagen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Anforderungen und Auslegungsaspekte für den Einsatz von Drehstromgeneratoren in Windkraftanlagen sowie konstruktionsbedingte Ausgleichsvorgänge werden erlernt. Für Einzel- und Verbundbetrieb werden regelungstechnische Konzeptionen entwickelt, das Verhalten der Komponenten abgeleitet, Simulationsstrukturen aufgezeigt und Regler dimensioniert.
Lehrveranstaltungsarten	VLmP (3 SWS), Ü (1 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsstrukturen von Windkraftanlagen</li> <li>• Synchron- und Asynchrongeneratoren für Windkraftanlagen: Anforderungen, Auslegungsaspekte, mechanische und elektrische Ausgleichsvorgänge</li> <li>• Regelungstechnische Konzeptionen für Insel-, Netz- und Verbundbetrieb</li> <li>• Regelungstechnische Auslegung und Anlagensimulation: Verhalten der Anlagenkomponenten, Entwicklung von Regelungs- und Simulationsstrukturen, Reglerdimensionierung</li> <li>• Betriebsergebnisse</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Regelung und Netzintegration von Windkraftanlagen
(Lehr- / Lernformen)	Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	u.a. Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	jährlich im Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Lehrveranstaltungen Nutzung der Windenergie, Elektrische Maschinen, Regelungstechnik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	180 h (60 h Präsenz + 120 h Selbststudium)
Studienleistungen	

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 Min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Dr. Christian Nöding (FB 16)
Lehrende des Moduls	Dr. Christian Nöding (FB 16)
Medienformen	Beamer, Skript, Tafel
Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>• HEIER, S.: Nutzung der Windenergie. 5. Auflage, Verlag Solarpraxis AG, Berlin 2007;</li><li>• HEIER, S.: Windkraftanlagen. 5. Auflage, B.G. Teubner Verlag, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden 2009;</li><li>• HEIER, S.: Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems. 2nd Edition, John Wiley &amp; Sons Ltd., Chichester, New York, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto 2006;</li><li>• GASCH, R.: Windkraftanlagen. 6. Auflage, B.G. Teubner Verlag, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden 2009;</li></ul> <p>Weitere Literatur wird in der Vorlesung angegeben.</p>

## M2.2.4 Simulation solarunterstützter Wärmeversorgungssysteme: TRNSYS

Nummer/Code	
Modulname	Simulation solarunterstützter Wärmeversorgungssysteme: TRNSYS
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Studierende verstehen Struktur, Konzepte, Komponenten und Oberfläche der Simulationsumgebung TRNSYS. Praktische Erfahrung erlangen Studierende durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definieren von Projekten mit Schwerpunkt auf Projektstrukturierung und Planung</li> <li>• bearbeiten eines Simulationsprojekt (Fehleranalyse)</li> <li>• bearbeiten einer Optimierungsaufgabe. Darüber hinaus haben Studierende Grundlagenkenntnis über die Implementierung mathematischer Modelle in die Simulationsumgebung TRNSYS.</li> </ul>
Lehrveranstaltungsarten	VLmP 1 SWS Ü 2 SWS
Lehrinhalte	<p>Grundlagen der Simulationsumgebung: TRNSYS package, Konzepte, Komponenten, Studio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardkomponenten, benutzerdefinierte Komponenten</li> <li>• Fehlersuche, Energiebilanzen, Konvergenz</li> <li>• Gebäudesimulation</li> <li>• Das Standard-Deckfile: IEA-SHC_Task-32.dek</li> <li>• Entwicklung neuer Komponenten</li> <li>• Kopplung von des Optimierungstools GenOpt mit TRNSYS</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Einführung in die Simulationsumgebung TRNSYS
(Lehr- / Lernformen)	Vorlesungen, Übungen, Hausarbeit (Simulationsstudie)
Verwendbarkeit des Moduls	M. Sc. Regenerative Energien und Energieeffizienz, B. Sc. Maschinenbau M. Sc. Maschinenbau M. Sc. Umweltingenieurwesen M. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Modul „Planung innovativer Wärmeversorgungssysteme“ oder vergleichbare Vorkenntnisse
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Module „Solartechnik“ oder „Wärmepumpen und Solarthermie“ oder vergleichbare Vorkenntnisse
Studentischer Arbeitsaufwand	1 SWS VL (15 Std.) 2 SWS Ü (30 Std.) Selbststudium 75 Std.
Studienleistungen	Hausarbeit; Präsentation der Ergebnisse

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Hausarbeit; Präsentation der Ergebnisse
Anzahl Credits für das Modul	4
Modulverantwortliche/r	Apl. Prof. Ulrike Jordan (FB 15)
Lehrende des Moduls	Apl. Prof. Ulrike Jordan, M. Sc. Oleg Kusyy, M. Sc. Christoph Schmelzer
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Powerpoint-Präsentationen,</li> <li>• Computerübungen</li> </ul>
Literatur	Duffie, Beckmann: „Solar Engineering of Thermal Process“, ISBN 978-0-471-69867-8 (2006)

### M2.2.5 Transformation der industriellen Wärmeversorgung

Nummer/Code	
Modulname	Transformation der industriellen Wärmeversorgung
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Kenntnisse über industrielle Wärmeversorgungstechnologien sowie deren Kopplung im Gesamt-Wärmeversorgungssystem von Industrieunternehmen und deren Einbindung in industrielle Prozesse. Insbesondere sind die Studierenden vertraut mit den Planungsprozessen zur Transformation der Wärmeversorgungssysteme von fossilen zu regenerativen Energien. Dies beinhaltet fundierte Kenntnisse über</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Wärmeverbrauch (Lastprofilanalyse, Standardlastprofilverfahren, demand side management),</li> <li>• Wärmeverteilung (Industrielle Wärmenetze, Wärmeübergabestationen) und thermische Speicher, sowie</li> <li>• Wärmeerzeugung (insbesondere die Einbindung von Groß-Wärmepumpen) Die Studierenden sind in der Lage, Wärmeversorgungssysteme in Industrieunternehmen und Industriegebieten in Hinblick auf Energieeffizienzmaßnahmen und mithilfe von Indikatoren zu analysieren und zu bewerten. Zudem sind Sie vertraut mit Maßnahmen und deren Bewertungen zur Absenkung des Temperaturniveaus, der Flexibilisierung von Prozessen und innovativen automatisierten Regelungsmethoden, auch in Hinblick auf die Verwendung von KI. Weitere Kompetenzen:</li> <li>– Erfahrung bei der Anwendung von Analyse- und Umsetzungsstrategien zur Transformation von Wärmeversorgungssystemen in Industrieunternehmen (Workshop)</li> <li>– Erfahrung mit der Bilanzierung von Indikatoren und der Modellierung von industriellen Wärmeversorgungssystemen (Workshop)</li> </ul>
Lehrveranstaltungsarten	VLmP + Ü 1,5 SWS

Lehrinhalte	<p>Methoden zur Optimierung industrieller Wärmeversorgungssysteme hinsichtlich technischer, ökonomischer und ökologischer Kriterien mit einem Fokus auf Niedertemperatur-Anwendungen (bis 150°C):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lastprofilanalyse, Standardlastprofilverfahren</li> <li>• Industrielle Wärmenetze: Status und Maßnahmen zur Effizienzsteigerung</li> <li>• Heat-Exchanger Network Design, Pinch-Point-Analyse</li> <li>• Energieeinspar- und Substitutions-Potenziale in verschiedenen Prozessen, Branchen und Anwendungen (Raumheizung, Prozesswärme-Bereitstellung, Kühlen, Entfeuchten, chemische Prozesse, u.a.)</li> <li>• Abwärmenutzung: Technologien und Potenziale (direkte Nutzung, Einbindung von Wärmepumpen &amp; ORC-Anlagen, Kühlung)</li> <li>• Kombinierte Nutzung von Solarthermie und Wärmepumpe in Industrieprozessen; Power-to-Heat</li> <li>• Modellierung von Energieversorgungssystemen für industrielle Anwendungen</li> <li>• Energiebilanzierung und Bewertung von industriellen Wärmeversorgungssystemen, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen anhand von Beispielanwendungen</li> <li>• Optimierungsverfahren durch Laststeuerung &amp; Speicher</li> <li>• Solarthermische Prozesswärme und Verfahrenstechnik: Konzentrierende Solarthermie-Anlagen, Kollektortechnologien und Anwendungen</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Industrielle Wärmeversorgung
(Lehr- / Lernformen)	Vorlesung, Hörsaalübung
Verwendbarkeit des Moduls	M. Sc. Regenerative Energien und Energieeffizienz M. Sc. Maschinenbau M. Sc. Umweltingenieurwesen M. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Mathematik 2, Thermodynamik und Wärmeübertragung oder Thermodynamik (zumindest parallel zu der VL im SS) Modul „Wärmepumpen und Solarthermie“ oder vergleichbare Vorkenntnisse
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	<b>Das Modul darf nicht belegt werden, wenn auch eines der Module „Solartechnik“ oder „Wärmepumpen und Solarthermie“ belegt werden oder wurden.</b>
Studentischer Arbeitsaufwand	1,5 SWS VL & Ü (20 Std.) Selbststudium 40 Std.
Studienleistungen	

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Module „Solartechnik“ oder „Wärmepumpen und Solarthermie“ oder vergleichbare Vorkenntnisse
Prüfungsleistung	Klausur 30–40 Min.
Anzahl Credits für das Modul	2
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. rer.nat. Klaus Vajen (FB 15)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. rer.nat. Klaus Vajen
Medienformen	Powerpoint–Präsentationen (auch als Skript), Tafel
Literatur	<p>Dehli, M., 2020. Energieeffizienz in Industrie, Dienstleistung und Gewerbe, in: Dehli, M. (Ed.), Energieeffizienz in Industrie, Dienstleistung Und Gewerbe. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-658-23204-7">https://doi.org/10.1007/978-3-658-23204-7</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blesl, M., Kessler, A., 2018. Energy efficiency in industry, 2nd ed. ed. Vieweg, Berlin, Heidelberg.</li> <li>• Fleiter, T., Rehfeldt, M., Hirzel, S., Neusel, L., Aydemir, A., Schwotzer, C., Kaiser, F., Gondorf, C., Hauch, J., Hof, J., Sankowski, L., Langhorst, M., Umweltbundesamt, 2023. CO2-neutrale Prozesswärmeverzeugung: Umbau des industriellen Anlagenparks im Rahmen der Energiewende: Ermittlung des aktuellen SdT und des weiteren Handlungsbedarfs zum Einsatz strombasierter Prozesswärmeanlagen, Texte. Dessau–Roßlau.</li> <li>• Müller, Egon; Engelmann, Jörg; Löffler, Thomas; Jörg, Strauch (2009): Energieeffiziente Fabriken planen und betreiben. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.</li> <li>• Deutsche Energieagentur GmbH (Hg.) (2015): Erfolgreiche Abwärmenutzung im Unternehmen. Energieeffizienzpotenziale erkennen und erschließen.</li> <li>• Dückert, Elisabeth; Schäfer, Lorenz; Schneider, Ralph; Wahren, Sylvia (2015): Analytische Untersuchung zur Ressourceneffizienz im verarbeitenden Gewerbe. Studie. Hg. v. VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH. Fraunhofer–Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA. Berlin.</li> <li>• Fleiter, Tobias; Schlomann, Barbara; Eichhammer, Wolfgang (Hg.) (2013): Energieverbrauch und CO2–Emissionen industrieller Prozesstechnologien. Einsparpotenziale, Hemmnisse und Instrumente. Fraunhofer–Institut für System- und Innovationsforschung. Stuttgart: Fraunhofer–Verlag.</li> <li>• Hesselbach, Jens (Hg.) (2012): Energie- und klimaeffiziente Produktion. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.</li> <li>• Pehnt, Martin (2010): Industrielle Abwärme. In: Martin Pehnt (Hg.): Energieeffizienz. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag, S. 291–307.</li> </ul>

## M2.2.6 Planung innovativer Wärmeversorgungssysteme

Nummer/Code	
Modulname	Planung innovativer Wärmeversorgungssysteme
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Studierende verfügen über die folgenden Kenntnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und aktuelle Entwicklungen von Wärmeversorgungstechnologien</li> <li>• Grundlagen der kommunalen Wärmeplanung</li> <li>• Planung und Dimensionierung komplexer solarunterstützter Wärmeversorgungssysteme mit mehreren Wärmeerzeugern und für verschiedene Anwendungen</li> <li>• Aktuelle dynamische Systemsimulationsmethoden</li> </ul> <p>Studierende erwerben praktische Erfahrung in Computersimulationen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VLmP 3 SWS, integriert Übungen
Lehrinhalte	Planung und Dimensionierung innovativer Wärmeversorgungssysteme für verschiedene Anwendungen: - Kommunale Wärmeplanung - Konstruktive Merkmale, Wirkungsgrad und Betriebseigenschaften von diversen Wärmeerzeugern (Heizkessel, BHKW, Wärmepumpe, Solarthermie- und Tiefengeothermieanlagen) und weiteren Systemkomponenten (z.B. thermische Speicher); - Wärmeverteilung (Nah- und Fernwärme); - Hybridsysteme und Quartierskonzepte mit mehreren Wärmeerzeugern; - Überblick über Simulationstools (PolySun, TRNSYS, EnergyPro)
Titel der Lehrveranstaltungen	Planung innovativer Wärmeversorgungssysteme
(Lehr- / Lernformen)	Vorlesungen, Workshops, Übungen, Seminarvorträge, Hausarbeit (Planungsaufgabe)
Verwendbarkeit des Moduls	M. Sc. Regenerative Energien und Energieeffizienz M. Sc. Maschinenbau (Energietechnik, Produktion & Arbeit) M. Sc. Umweltingenieurwesen M. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen M. Sc. Nachhaltiges Wirtschaften
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	

Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Modul Solartechnik (Teilmodul Solarthermie) oder vergleichbare Vorkenntnisse
Studentischer Arbeitsaufwand	3 SWS VLmP (40 Std.) Selbststudium 80 Std.
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Seminarvortrag oder Hausarbeit (8 Seiten) und schriftliche/mündliche Prüfung (max. 90 min)
Anzahl Credits für das Modul	4
Modulverantwortliche/r	Apl. Prof. Ulrike Jordan (FB 15)
Lehrende des Moduls	Apl. Prof. Ulrike Jordan, Prof. Dr. Klaus Vajen (FB 15)
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen, Skript, Tafel
Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>• Duffie, Beckman: "Solar Engineering of Thermal Processes"; ISBN 9783642294754 (2013)</li><li>• Goswami: „Principles of Solar Engineering“, ISBN 9781466563780 (2015)</li><li>• Khartchenko: „Thermische Solaranlagen“, ISBN 9783642791864 (2011)</li><li>• Quaschning, Regenerative Energiesysteme, ISBN 9783446442672 (2015)</li><li>• Stieglitz, Heinzel, Thermische Solarenergie ISBN 9783642294754 (2013)</li><li>• Bonin: „Handbuch Wärmepumpen: Planung und Projektierung“; ISBN 3410221301 (2012)</li><li>• Richter: „Handbuch für Heizungstechnik“; ISBN 3410152830 (2005)</li><li>• Recknagel, Sprenger, Schramek: „Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik 13/14“ ISBN 3835633015 (2012)</li></ul>

## M2.2.7 Praktikum Solarthermische Komponenten und Systeme

Nummer/Code	
Modulname	Praktikum Solarthermische Komponenten und Systeme
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Studierende sind in der Lage, solarthermische Komponenten, insbes. Kollektor, Wärmeübertrager und Speicher, sowie Messprinzipien und Genauigkeit von Sensoren zur Solarstrahlungsmessung zu charakterisieren. Sie wissen um die Betriebscharakteristika und um die Vor- und Nachteile verschiedener Komponenten und Systemverschaltungen. Sie haben weiterhin ein Systemverständnis entwickelt und können Solarthermische Systeme grundsätzlich auf Funktionsfähigkeit überprüfen.
Lehrveranstaltungsarten	Pr (2 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inbetriebnahme einer Standard- und einer Drainback-Solaranlage;</li> <li>- Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Solaranlagen und deren Komponenten;</li> <li>- Untersuchung von Schichtladesystemen für Solarspeicher;</li> <li>- Charakterisierung des Betriebsverhaltens von Wärmeüberträgern.</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Praktikum Solarthermische Komponenten und Systeme
(Lehr-/ Lernformen)	Gruppenarbeit, Laborpraktikum, Praktikum, praktische Arbeiten, Präsentationen, Vorträge, Fachgespräch
Verwendbarkeit des Moduls	M. Sc. Regenerative Energien und Energieeffizienz M. Sc. Maschinenbau M. Sc. Umweltingenieurwesen M. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Block von 1–2 Wochen (je nach Teilnehmerzahl)
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Semester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Module „Wärmepumpen und Solarthermie“ und „Planung innovativer Wärmeversorgungssysteme“ oder vergleichbare Vorkenntnisse
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Module „Wärmepumpen und Solarthermie“ oder vergleichbare Vorkenntnisse
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	Durchführung von Laborversuchen

	Anwesenheitspflicht
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Studienleistung
Prüfungsleistung	Eingangs- und Abschluss-Fachgespräche (je ca. 30 min), Versuchsprotokolle
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. rer.nat. Klaus Vajen (FB 15)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. rer.nat. Klaus Vajen (FB 15)
Medienformen	Versuchsanleitungen
Literatur	Duffie, Beckman: "Solar Engineering of Thermal Processes"; ISBN 978-0-471-69867-8 (2006) Goswami, Kreith, Kreider: „Principles of Solar Engineering“, SBN 1-56032-714-6 (2000) Khartchenko: „Thermische Solaranlagen“, ISBN 3-540-58300-9 (1995)

## M2.2.8 Nutzung der Windenergie

Nummer/Code	
Modulname	Nutzung der Windenergie
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Studierende kennen Möglichkeiten, Grenzen und Probleme beim Einsatz der Windenergie.</p> <p>Studierende haben Kenntnisse über: Komponenten und Baugruppen von Windkraftanlagen, Berechnungsgrundlagen, das Zusammenwirken von Windturbine und Generator mit dem Netz sowie Einflüsse durch die Regelung der Anlagen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VLmP (2 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Entwicklung und Stand der Technik</li> <li>• Meteorologische und geographische Einflüsse</li> <li>• Windturbinen: Systematik, Berechnungsgrundlagen, Aufbau und</li> <li>• Verhalten der Komponenten</li> <li>• Mechanisch-elektrische Energiewandlung: Gleichstrom-, Synchron- und Asynchrongeneratoren, Sondermaschinen, Trieb-strang, Netzanbindung</li> <li>• Windenergieanlagen zur Stromerzeugung: Einsatzmöglichkeiten,</li> <li>• Anlagenbeispiele, Funktionsstrukturen, Betriebsarten, Regelungs-konzepte</li> <li>• Speicher</li> <li>• Wirtschaftlichkeitsbetrachtung</li> <li>• Rechtliche Aspekte</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen (Lehr-/ Lernformen)	Nutzung der Windenergie
Verwendbarkeit des Moduls	
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Fundierte Kenntnisse in Physik, Technische Mechanik, Elektrische Maschinen und Regelungstechnik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	

Studentischer Arbeitsaufwand	90 h (30 h Präsenz + 60 h Selbststudium)
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (60 Min.) oder mündliche Prüfung (30 Min.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Dr. Christian Nöding (FB 16)
Lehrende des Moduls	Dr. Christian Nöding (FB 16)
Medienformen	Tafel, elektronische Medien, schriftliche Arbeitsunterlagen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>• HEIER, S.: Nutzung der Windenergie. 5. Auflage, Verlag Solarpraxis AG, Berlin 2007;</li><li>• HEIER, S.: Windkraftanlagen. 4. Auflage, B.G. Teubner Verlag, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden 2005;</li><li>• HEIER, S.: Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems. 2nd Edition, John Wiley &amp; Sons Ltd., Chichester, New York, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto 2006;</li><li>• GASCH, R.: Windkraftanlagen. 4. Auflage, B.G. Teubner Verlag, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden 2006;</li><li>• HAU, E.: Windkraftanlagen. 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin- Heidelberg-New York 2003</li></ul> <p>Weitere Angaben zu begleitender und vertiefender Literatur werden den Studierenden mit den Arbeitsunterlagen zur Verfügung gestellt.</p>

## M2.2.9 Wasserkraftanlagen

Nummer/Code	
Modulname	Wasserkraftanlagen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Dieses Modul hat zum Ziel, den Studierenden Kenntnisse über die Planung und den Betrieb von Wasserkraftanlagen sowie die Grundlagen der Energiewirtschaft zu vermitteln. Dabei lernen die Studierenden im Teilmodul Wasserkraftanlagen zunächst die hydrologischen, hydraulischen und energetischen Grundkenntnisse sowie verschiedene Anlagentypen kennen. Sie werden damit befähigt für verschiedene Standorte geeignete Anlagen auszuwählen. In begleitenden Übungen wird dazu weiter die Fähigkeit vermittelt, Vordimensionierungen sowie Leistungspläne für Wasserkraftanlagen zu erstellen. Neben den technischen Aspekten werden die ökologischen Anforderungen beim Bau und Betrieb von Wasserkraftanlagen vermittelt.
Lehrveranstaltungsarten	VL (1,5 SWS), Ü (0,5 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrologische, hydraulische und energetische Grundlagen: Wasserkraftpotenziale, Leistungsplan</li> <li>• Kraftwerksarten: Laufkraftwerke, Speicherkraftwerke, Niederdruckanlagen, Hochdruckanlagen, Gezeiten- und Wellenkraftwerke</li> <li>• Bauwerke: Wasserfassung, Rohre und Verschlüsse, Wasserschloss, Krafthaus</li> <li>• Maschinen und elektrische Ausrüstung: Turbinen, Generatoren, Schaltanlagen</li> <li>• Pumpspeicherkraftwerke: Pumpturbinen, Betrieb</li> <li>• Bemessung, Vergütung</li> <li>• ökologische Aspekte: Fischaufstiege</li> <li>• Automatisierter Betrieb von Staustufen</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Wasserkraftanlagen
(Lehr- / Lernformen)	Vortrag (Vorlesung), problembasiertes und kollaboratives Lernen (Hörsaalübungen und Praxisübungen an Versuchsständen in der Wasserbauhalle)
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen, Umweltingenieurwesen und Regenerative Energien (Re <sup>2</sup> )
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Wasserbau und Wasserwirtschaft Grundlagen Wasserbauwerke und Strömungsverhalten von Fließgewässern

Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 min) oder ggf. mündliche Prüfung (bis zu 40 min)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald
Medienformen	PowerPoint-Präsentationen, Tafelanschrieb, Bilder zu Praxisbeispielen, Unterlagen werden in elektronischer Form zur Verfügung gestellt
Literatur	Giesecke, Jürgen und Emil Mosonyi, (2009): WASSERKRAFTANLAGEN – Planung, Bau und Betrieb. Springer Verlag, Heidelberg.

## M2.2.10 Wärmepumpen und Solarthermie

Nummer/Code	
Modulname	Wärmepumpen und Solarthermie
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden haben vertiefte Grundlagenkenntnisse in folgenden Bereichen erlangt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Solarstrahlung,</li> <li>– Solarthermie-Systemtechnik,</li> <li>– Wärmepumpen-Systemtechnik Studierende kennen den Aufbau der Sonne, Strahlungstransport-mechanismen in der Sonne und der Erdatmosphäre sowie Auswirkungen der Himmelsgeometrie auf den Einfallswinkel der Solarstrahlung zur Berechnung des verfügbaren Solarstrahlungs–angebot auf der Erdoberfläche. Darüber hinaus sind sie vertraut mit der Funktionsweise, hydraulischen Verschaltung, Regelung und der Dimensionierung von Komponenten thermischer Solaranlagen sowie von Wärmepumpensystemen. Studierende sind so in der Lage, Konzepte für innovative Wärmeversorgungssysteme für verschiedene Anwendungsbereiche zu bewerten und deren Nutzleistung sowie Wärmebereitstellungspotential zu berechnen. Die Studierenden können die erworbenen Kenntnisse anwenden, um Probleme bzw. Prozesse in den Teilbereichen zu analysieren und können situations- und anwendungsspezifisch Vor- und Nachteile unterschiedlicher Ansätze beurteilen.</li> </ul>
Lehrveranstaltungsarten	VLmP + Ü 2,5 SWS
Lehrinhalte	<p><b>Solarstrahlung:</b> Entstehung der Solarstrahlung, Sonnenspektrum, Einfallswinkel von Solarstrahlung, Wechselwirkung von Solarstrahlung und Atmosphäre, Umrechnung von Solarstrahlung auf andere Einfallsebenen, Messung von Solarstrahlung, Wetterdaten</p> <p><b>Solarthermie:</b> Grundlagen zur Berechnung von Transportvorgängen in solarthermischen Komponenten; Konstruktive Merkmale, Wirkungsgrad und Betriebseigenschaften von Kollektoren und thermischen Speichern und weiterer Systemkomponenten; Dimensionierung und Systemverhalten, Regelwerke und Vorschriften (CEN, VDI, DVGW etc.).</p> <p><b>Wärmepumpen:</b> Grundlagen zur Funktionsweise und hydr. Verschaltung von Wärmepumpen in einem Wärmeversorgungssystem, Dimensionierungsansätze und Differenzierung von Wärmepumpensystemen je nach Wärme-Quellen(-temperatur).</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Wärmepumpen und Solarthermie
(Lehr- / Lernformen)	Vorlesung mit integrierten Übungen

Verwendbarkeit des Moduls	M. Sc. Regenerative Energien und Energieeffizienz B. Sc. Maschinenbau M. Sc. Maschinenbau B. Sc. Umweltingenieurwesen B. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen M. Sc. Umweltingenieurwesen M. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Mathematik 2, Thermodynamik und Wärmeübertragung oder Thermodynamik 1 und 2 (zumindest parallel zu dem VL-Teil im SS), Grundlagen Energietechnik und Elektrische Anlagen (zumindest parallel zu dem VL-Teil im WS) Es wird von den Teilnehmenden erwartet das sie sich vor der Teilnahme an dem Teilmodul Solarthermie eines der folgenden Bücher gelesen haben (Download unter Moodle): Viessmann Werke, Allendorf (Eder)“ Planungshandbuch Solarthermie”; Viessmann Werke (2008) Schreier et al.: “Solarwärme optimal nutzen”; ISBN 3-923129-36-X (2005)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	2,5 SWS VLmP (35 Std) Selbststudium (85 Std.)
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	i.d.R. Klausur (90–120 Min.)
Anzahl Credits für das Modul	4
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. rer.nat. Klaus Vajen (FB 15)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. rer.nat. Klaus Vajen , apl. Prof. Ulrike Jordan (FB 15)
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen (auch als Skript), Tafel
Literatur	<i>Solarthermie:</i> Duffie, Beckman: “Solar Engineering of Thermal Processes”; ISBN 978-0-471-69867-8 (2006) Goswami, Kreith, Kreider: „Principles of Solar Engineering“, ISBN 1-56032-714-6 (2000)

## M2.2.11 Windenergie als Teil des Energieversorgungssystems

Nummer/Code	
Modulname	Windenergie als Teil des Energieversorgungssystems
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Ziel der Veranstaltung ist es, die Studierenden in die Lage zu versetzen, die Probleme bei der Integration der Windenergie in die Stromversorgung beurteilen zu können, ihre Ursachen zu kennen und Strategien und Werkzeuge zu ihrer Lösung zu kennen. Die folgenden Fragestellungen sollen beantwortet werden können:</p> <p><b>Raum-zeitliches Verhalten der Windleistung:</b> Beschreibung des Windes als Quelle der Windstromerzeugung: Wann ist wo Wind, wie schnell nimmt er zu und ab, wie unterschiedlich ist er an verschiedenen Orten und wie wirken sich die Charakteristika des Windes auf die erzeugte Windleistung aus?</p> <p><b>Integration der Windleistung in das Stromnetz:</b> Wie bleibt das Stromnetz stabil und die Stromversorgung sicher? Wie viel Strom muss wo transportiert werden? Wie wird der Ausgleich zwischen Erzeugung und Verbrauch erreicht?</p> <p><b>Strategien und Werkzeuge zur Integration:</b> Wer überwacht das Stromnetz? Wie ist der Betrieb organisiert? Wie wird der erzeugte Windstrom an die Verbraucher gegeben? Wie funktioniert die Erzeugungsplanung? Was passiert bei Abweichungen? Kann man Windparks wie Kraftwerke steuern? Wie sieht die Zukunft aus?</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Einführung</b></p> <p><b>I Das raum-zeitliche Verhalten der Windleistung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Energiequelle Wind</li> <li>• das raum-zeitliche Verhalten des Windes</li> <li>• die erzeugte Windleistung</li> </ul> <p><b>II Integration der Windleistung ins Stromnetz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrieb des Stromnetzes</li> <li>• Windleistung im Stromnetz</li> <li>• Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch</li> <li>• Netzanschluss und Netzdienstleistungen</li> </ul> <p><b>III Strategien und Werkzeuge für den Betrieb des Stromversorgungssystems</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Online-Monitoring und horizontaler Belastungsausgleich</li> <li>• Windleistungsvorhersage</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steuerungsmöglichkeiten des ‚Kraftwerks‘ Windparks</li> <li>• Ausblick: Virtuelle Kraftwerke, Speicher, Lastmanagement,...</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Windenergie als Teil des Energieversorgungssystems
(Lehr- / Lernformen)	Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	u.a. Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Referat und schriftliche Ausarbeitung (20 Stunden; Dauer des Referates 20 min. in Zweiergruppen)/ mündliche Prüfung (20 min. pro Person)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Martin Braun (FB 16)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Martin Braun, Dr. Bernhard Lange, Dr. Kurt Rohrig (FB 16)
Medienformen	Powerpoint Präsentation, Tafelbilder, Diskussion
Literatur	Wird in der VL bekannt gegeben, wechselnde Schwerpunktthemen

## M3 Umweltingenieurwesen Ergänzung

Die Studierenden erlangen ergänzende fachspezifische Kenntnisse in den Bereichen Umweltwissenschaften, Umweltechnik und Umweltmanagement und werden in die Lage versetzt, selbstständig komplexe umweltingenieurbezogene Aufgaben zu lösen. Die Studierenden sammeln praktische Erfahrungen in umweltingenieurbezogenen Tätigkeiten. Sie sind in der Lage, analytische Methoden auszuwählen und diese anzuwenden.

Ziel ist die Erlangung von Fach- und Methodenkompetenz im gewählten umweltingenieurbezogenen Gebiet, insbesondere unter forschungsorientierten Gesichtspunkten.

In den Ergänzungsbereichen Umweltingenieurwesen und Fachübergreifende Methoden und Inhalte sind Module im Umfang von 18 Credits zu belegen. Dabei müssen jeweils mindestens 6 Credits in einem der beiden Bereiche gewählt werden. Die übrigen 6 Credits können frei aufgeteilt werden.

Innerhalb des Ergänzungsbereichs „Umweltingenieurwesen“ können sowohl die nicht gewählten Module aus den Schwerpunkten Abfall- und Ressourcenwirtschaft, Hydrologie und Stoffhaushalt, Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen, Wasserwirtschaft/Wasserbau, Umwelt und Verkehr, Regenerative Energien–Sonne, Wind, Wasser, Regenerative Energien – Thermische Verfahren als auch die unter der Rubrik „Umweltingenieurwesen Ergänzung“ aufgeführten Module gewählt werden.

- Methoden der Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit (6 C)
- Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit – Anwendungen (6 C)
- Messen und Modellieren in der Stadt- und Geländeklimatologie (6 C)
- Climate Model Analysis (6 C)
- Zukunftsforschung und Szenariotechnik – Grundlagen (3 C)
- Zukunftsforschung und Szenariotechnik – Modellierung von Szenarien (3 C)
- Industrietransformation und Energiewende (3 C)
- Transformative Industriepolitik und Energiewende (3 C)
- Qualitative Szenarioanalyse mit der Cross-Impact-Bilanzanalyse (3 C)
- Spezielle Fragen der Industrie- und Energiesystemtransformation (3 C)
- Der Wandel zur klimaneutralen Produktion und seine internationale Dimension (3 C)
- Quantitative Energiesystemanalyse in Theorie und Praxis (3 C)

Für eine Schwerpunktbildung „**Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen**“ wird folgendes Modul empfohlen:

- Siedlungswasserwirtschaft – Wasserchemie, Ressourcenorientierte Wasserinfrastruktursysteme, Energie aus Abwassersystemen (9 C)

Für eine Schwerpunktbildung „**Wasserwirtschaft/Wasserbau**“ werden folgende Module empfohlen:

- Groundwater reactive transport (6 C)
- Integrierte Wasserbewirtschaftung (9 C)
- Vertiefende Hydromechanik (6 C)

- Wasserkraftanlagen (3 C)

Für eine Schwerpunktbildung „**Verkehr und Umwelt**“ werden folgende Module empfohlen:

- Bahnbetrieb (3 C)

Für eine Schwerpunktbildung „**Regenerative Energien – Sonne, Wind, Wasser**“ werden folgende Module empfohlen:

- Geotechnik im Umweltingenieurwesen (6 C)
- Intelligente Stromnetze (3 C)
- Offshore Foundations (6 C)
- Praktikum Thermische Messtechnik (3 C)

Die zu den oben angeführten Modulen gehörigen Modulbeschreibungen werden im Folgenden gelistet.

**M3.1 Bahnbetrieb**

Nummer/Code	
Modulname	Bahnbetrieb
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Studierende haben die Grundlagen des Bahnbetriebes erlernt. Dadurch sind sie in der Lage, die Trassierung der Fahrwege des spurgeführten Verkehrs nachzuvollziehen und sind mit dem Umgang der grundlegenden Regelwerke zu Unterbau- und Oberbaugestaltung vertraut. Darüber hinaus sollen sie befähigt werden, unter Berücksichtigung der fahrdynamischen Grundlagen einerseits und der Steuerungs- und Signaltechnik andererseits die grundlegenden Prinzipien der Betriebssteuerung und Betriebssicherung des Verkehrsträgers Eisenbahn zu verstehen und anzuwenden. Die betrieblichen Besonderheiten des Personen- und Güterverkehrs sind den Studierenden hierbei geläufig.
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrieb von Bahnanlagen</li> <li>• Steuerungs- und Signaltechnik</li> <li>• Fahrdynamik und Fahrplan</li> <li>• Betriebssteuerung und -sicherung</li> <li>• Güterverkehr</li> <li>• Personenverkehr</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Bahnbetrieb
(Lehr- / Lernformen)	Vorlesung, Projektlernen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (21 Stunden) Selbststudium: 69 Stunden
Studienleistungen	

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Fachgespräch (30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Robert Hoyer
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Robert Hoyer
Medienformen	Beamer, Tafel
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

### M3.2 Geotechnik im Umweltingenieurwesen

Nummer/Code	
Modulname	Geotechnik im Umweltingenieurwesen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Oberflächennahe Geothermie</b>  Die Studierenden erlernen Grundkenntnisse in der Konzeption, Planung und Bemessung von geothermischen Anlagen. Ein weiteres Lernziel ist die Anwendung der grundlegenden Berechnungsverfahren.</p> <p><b>Umweltgeotechnik</b>  Den Studierenden wird geotechnisches Fachwissen für die Untersuchung, Planung und technisch-wirtschaftliche Bewertung von Maßnahmen und Anlagen im Bereich Altlastensicherung und Altlastensanierung vermittelt. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Lösungen zur Sicherung und Sanierung von Altlasten selbstständig zu erarbeiten und zu bewerten. Ziel ist die Erlangung von Fach- und Methodenkompetenz für geotechnische Problemstellungen beim Bau und Betrieb von Anlagen im Umweltbereich (Altlasten- und Deponieerkundung, Deponieüberwachung und Sanierung).</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, EX (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Oberflächennahe Geothermie</b>  Begriffsdefinitionen; Stellung der Geothermie im Spektrum der Erneuerbaren Energien; Grundlagen des Energieangebots der Geothermie; Rechtliche Randbedingungen; Technische Baugrundausrüstung (TBA); Technische Gebäudeausrüstung (TGA); Geothermische Felderkundung.</p> <p><b>Umweltgeotechnik</b>  Nationale und europäische Deponierichtlinien; Geotechnische Aspekte der Abfallgesetze; Konstruktiver Aufbau und Anforderungen an Deponien; Dichtungssysteme; Mechanische Eigenschaften und Stoffverhalten von Abfall und Verbrennungsrückständen; Berechnungen von Deponiesickerleitungen; Setzungen und Sicherheitsnachweise von Deponien; Erkundung von Altlasten; Sicherung und Sanierung von Altlasten mit geotechnischen Verfahren, Dichtwände, Geokunststoffdichtungen.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Oberflächennahe Geothermie, Umweltgeotechnik
(Lehr- / Lernformen)	Vortrag, Hausübung, Exkursion
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester

Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Geotechnik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Oberflächennahe Geothermie: Präsenzzeit: 2 SWS (28 Stunden) Selbststudium: 62 Stunden  Umweltgeotechnik Präsenzzeit: 2 SWS (28 Stunden) Selbststudium: 62 Stunden
Studienleistungen	<b>Oberflächennahe Geothermie:</b> Vorlesungsbegleitend wird eine Hausübung ausgegeben und nach der Abgabe testiert.  <b>Umweltgeotechnik:</b> Vorlesungsbegleitend wird eine Hausübung ausgegeben und nach der Abgabe testiert.
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	<b>Oberflächennahe Geothermie:</b> Termingerechte Abgabe und erfolgreiche Bearbeitung der Hausübung.  <b>Umweltgeotechnik:</b> Termingerechte Abgabe und erfolgreiche Bearbeitung der Hausübung.
Prüfungsleistung	<b>Oberflächennahe Geothermie:</b> Klausur (90 min)  <b>Umweltgeotechnik:</b> Klausur (90 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Oliver Reul
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Oliver Reul; Dipl.-Ing. Thomas Haardt
Medienformen	Beamer, Tafel
Literatur	Kaltschmitt/Streicher/Wiese, (2013): Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 5. Auflage; Springer-Verlag  Stober/Bucher, (2012): Geothermie. Springer Verlag

### M3.3 Groundwater reactive transport Modeling

Nummer/Code	
Modulname	Groundwater reactive transport Modeling
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>This course will provide students with the necessary skills to formulate process-based quantitative numerical models of subsurface flow and reactive transport processes relevant for environmental consulting and remediation. By implementing numerical methods using self-written code students will learn the elements and assumptions behind model construction. The course will allow students to become informed users of existing „off-the-shelf“ models.</p> <p>In addition, the methods covered in the course can be applied by students to model experiments or field data in their upcoming thesis projects.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL und Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>This course deals with the quantitative representation of reactions and reactive transport processes relevant for groundwater systems. The course content ranges from the conceptualization of relevant processes into quantitative models to the setup of self-written models using Matlab. Specific topics covered in the course include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Equilibrium and kinetic reactions (sorption, redox and microbially-mediated)</li> <li>- Reaction model development</li> <li>- Principles of groundwater flow and advective-dispersive transport</li> <li>- Numerical approaches for simulating groundwater flow and combined advective-dispersive-reactive transport (finite differences, the finite volume method and an introduction to particle tracking).</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Groundwater reactive transport Modeling
(Lehr- / Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vorlesung, problembasiertes Lernen (Hörsaalübungen), selbstgesteuertes Lernen (Hausaufgaben) / Lecture, exercise-based learning via in-class exercises and independent learning via homework assignments.
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Umweltingenieurwesen und Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester / One Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Wintersemester / Winter Semester

Sprache	English
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Experience using the programming language Matlab is desired, and having taken the following courses: Wassergütemodellierung, Regionale Hydrologie, Grundlagen der Hydrologie, Umweltverhalten von Chemikalien in aquatischen Systemen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	n.a.
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden (inkl. Studienleistung)
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	5 Hausaufgaben und Vortrag (60 Stunden) / 5 Graded assignments and final presentation (60 hours)
Anzahl Credits für das Modul	6 C
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Adrian Mellage
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Adrian Mellage
Medienformen	PowerPoint Präsentationen, Tafelanschrieb, Unterlagen werden in elektronischer Form zur Verfügung gestellt.
Literatur	Boudreau, B. P. (1997). Diagenetic models and their implementation (Vol. 410). Springer, Berlin.  Lasaga, A. C. (1980). The kinetic treatment of geochemical cycles. <i>Geochimica et Cosmochimica Acta</i> , 44(6), 815–828.  Cirpka, O. A., Frind, E. O., & Helmig, R. (1999). Numerical methods for reactive transport on rectangular and streamline-oriented grids. <i>Advances in Water Resources</i> , 22(7), 711–728.  Steefel, C. I., & Maher, K. (2009). Fluid–rock interaction: A reactive transport approach. <i>Reviews in mineralogy and geochemistry</i> , 70(1), 485–532.  Heijnen, J. J., & Kleerebezem, R. (1999). Bioenergetics of microbial growth. <i>Encyclopedia of bioprocess technology: Fermentation, biocatalysis, and bioseparation</i> , 1, 267–291.  Smeaton, C. M., & Van Cappellen, P. (2018). Gibbs Energy Dynamic Yield Method (GEDYM): Predicting microbial growth yields under energy-limiting conditions. <i>Geochimica et Cosmochimica Acta</i> , 241, 1–16.

	<p>Cirpka, O. A., &amp; Kitanidis, P. K. (2000). Impact of biomass-decay terms on the simulation of pulsed bioremediation. <i>Groundwater</i>, 38(2), 254–263.</p> <p>Limousin, G., Gaudet, J. P., Charlet, L., Szenknect, S., Barthes, V., &amp; Krimissa, M. (2007). Sorption isotherms: A review on physical bases, modeling and measurement. <i>Applied geochemistry</i>, 22(2), 249–275.</p>
--	---

### M3.4 Integrierte Wasserbewirtschaftung (IWRM)

Nummer/Code	
Modulname	Integrierte Wasserbewirtschaftung (IWRM)
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>In diesem Modul werden, aufbauend auf die Grundlagenvorlesung Wasserbau und Wasserwirtschaft im Bachelor, weiterführende Kenntnisse in den Bereichen wasserwirtschaftliche Planung, Systembewirtschaftung, landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung auf der Grundlage des IWRM-Konzeptes vermittelt. Insbesondere soll den Studierenden ein „ingenieurwissenschaftlicher, aber auch praxisnaher integrativer Blick“ auf das Wasserressourcensystem sowie die Fähigkeit zu integralem fachgebietsübergreifenden, intersektoriellen sowie partizipativen Denken und Planen vermittelt werden. Durch die Vorlesungen des IWRM-Moduls werden die Studierenden befähigt, im späteren Berufsleben wasserwirtschaftliche Systeme nachhaltig-integrativ planen und bewirtschaften zu können.</p> <p>Um die Vorlesungen praxisnah ausrichten zu können, wird häufig auf Fallstudien aus jüngst abgeschlossenen oder laufenden wasserwirtschaftlichen Forschungsvorhaben aus dem deutschen oder europäischen Raum, dem Nahen Osten sowie Südamerika Bezug genommen. Der Einfluss der klimatischen Randbedingungen auf die wasserwirtschaftliche Planung und Systembewirtschaftung kann dem Studierenden auf diese Weise gut vermittelt werden. Das erworbene Wissen wird durch vorlesungsbegleitende Übungen verfestigt. Das IWRM-Modul gliedert sich in die folgenden zwei Teilmodule:</p> <p><b>Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung</b></p> <p>Im ersten Teilmodul werden die möglichen strukturellen Maßnahmen sowie Herangehensweisen vorgestellt, mit denen wasserwirtschaftliche Herausforderungen, wie Klimawandel, permanent zunehmender Wasserbedarf, Wassermangel, Wasserverschmutzung oder Abnahme der Wasserverfügbarkeit angegangen werden können. In der wasserwirtschaftlichen Praxis ist i.d.R. zwischen einer Vielzahl alternativer Maßnahmen (bzw. einer Kombination von Maßnahmen) auszuwählen, die sich in Bezug auf ihre technische Umsetzung, Kosteneffizienz sowie soziale und ökologische Auswirkungen unterscheiden. Dem Studierenden werden moderne Methoden an die Hand gegeben, wie alternative strukturelle Maßnahmen multikriteriell bewertet und miteinander verglichen werden können, um in enger Zusammenarbeit mit Entscheidungsträgern, Stakeholdern sowie der betroffenen Bevölkerung geeignete „Maßnahmenpakete“ (Strategien) bereitzustellen, mit denen nachhaltige Entwicklung sichergestellt werden kann. In dem Zusammenhang wird auch auf geeignete Verfahren zur Analyse wasserwirtschaftlicher Systeme, Wasserbilanzierung, Szenarien-rechnung, Konfliktanalyse,</p>

	<p>ökonomische Grundlagen für die Kosten-Nutzen-Analyse, grenzüberschreitende Wasserbewirtschaftung, Wassertransfervorhaben, Flussgebietsbewirtschaftung im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie, Mehrzieloptimierung, wasserwirtschaftliche Expertensysteme sowie die Entwicklung von Anpassungsstrategien an den Klimawandel eingegangen. Die Kommunikationskompetenz soll im Rahmen dieses Teilmóduls durch wissenschaftliche Kurzvorträge gestärkt werden (Vermittlung von Schlüsselkompetenzen).</p> <p><b>Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung</b></p> <p>Das zweite Teilmódul setzt sich i.W. mit der Planung und Steuerung der Bewässerung auseinander. Die Bewässerungslandwirtschaft ist weltweit, auf Grund des permanent steigenden Nahrungsmittel- und damit Wasserbedarfs einem enormen Entwicklungsdruck ausgesetzt. Bereits heute sind etwa 70% des globalen Gesamtwaterbedarfs der Bewässerung zuzuordnen. In den Trockenregionen des süd- und aussereuropäischen Raums sind es vor allem die Wasserknappheit und Versalzung der Böden unter Bewässerung, die einer nachhaltigen Entwicklung entgegenstehen, erhebliche Ertragsverluste verursachen können und dringend wasserwirtschaftlicher Maßnahmen bzw. eines integrierten Planungsansatzes bedürfen. Auf die Kontrolle der Bodenversalzung unter Bewässerung wird daher explizit im Rahmen der Vorlesung eingegangen. Die enormen Wassermengen, die für die Bewässerung benötigt werden, stehen aufgrund zunehmender Wasserknappheit in Konkurrenz zum Wasserbedarf der übrigen Wassersektoren. Dies stellt in vielen Regionen der Welt ein großes Konfliktpotential dar. Verschärft werden die Probleme noch durch den Einfluss des Klimawandels. Selbst für den mitteleuropäischen Raum scheint sich eine Ausweitung der Trockenperioden abzuzeichnen. Die Umsetzung des IWRM-Konzeptes stellt damit eine Grundvoraussetzung dar, um Nachhaltigkeit gewährleisten zu können. Durch eine optimale, den Gegebenheiten angepasste Steuerung der Bewässerung können Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit gewährleistet und – selbst unter Wasserknappheit – Ertragsverluste minimiert werden.</p> <p>Die Vorlesung vermittelt daher entsprechende Kompetenzen in Bezug auf: die Einsatzmöglichkeiten sowie Vor- und Nachteile unterschiedlicher Bewässerungstechniken, die Dimensionierung wasserbaulicher Maßnahmen, auch zur Kontrolle des Flurabstandes bzw. zur Entwässerung, die Durchführung von Bodenwasserhaushalts-berechnungen zwecks Steuerung der Bewässerung sowie zur Einrichtung von Monitoringmaßnahmen als auch zur Beurteilung der Effizienz des Vorhabens. Im Rahmen von Übungen zur Bewässerungs-planung und -steuerung sollen State-of-the Art Software-Tools der Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) eingesetzt sowie das numerische Simulationsmodell HYDRUS vorgestellt werden.</p>
--	--

Lehrveranstaltungsarten	<p>Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung VL+P, Ü (4 SWS)</p> <p>Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung VL, Ü (2 SWS)</p>
Lehrinhalte	<p>Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Globale wasserwirtschaftliche Herausforderungen und Nachhaltige Entwicklungsziele (SDG, UN-2018)</li> <li>▪ Ziel und Umfang wasserwirtschaftlicher Planungen</li> <li>▪ Integrierte Bewirtschaftung von Wasserressourcen (IWRM)</li> <li>▪ Methoden und Konzepte für die nachhaltige, integrierte wasserwirtschaftliche Planung</li> <li>▪ Wasserbilanzierung und Szenarienrechnung für die Prognose möglicher wasserwirtschaftlicher Konflikte sowie als Grundlage für die Entwicklung von Antwortstrategien</li> <li>▪ Analyse wasserwirtschaftlicher Systeme</li> <li>▪ Ökonomische Grundlagen und Kosten-Nutzen-Analyse</li> <li>▪ Bewertung und Vergleich wasserwirtschaftlicher Maßnahmen mit Hilfe multikriterieller Verfahren</li> <li>▪ Methoden der Mehrzieloptimierung für die Planung und Bewirtschaftung wasserwirtschaftlicher Mehrzwecksysteme</li> <li>▪ Grenzüberschreitende Wasserbewirtschaftung und Wassertransfervorhaben</li> <li>▪ Flussgebietsbewirtschaftung im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie (Fallstudien: Weser und Elbe)</li> <li>▪ Anpassungsstrategien an den Klimawandel</li> <li>▪ Entscheidungsunterstützung durch wasserwirtschaftliche Expertensysteme</li> </ul> <p>Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundlagen des landwirtschaftlichen Wasserbaus, Be- und Entwässerung</li> <li>▪ Unterschiedliche Bewässerungstechniken und ihr Einsatz</li> <li>▪ Evapotranspiration, Bodenwasserhaushalt und Pflanzenproduktion</li> <li>▪ Monitoring, Bilanzverfahren und Steuerung der Bewässerung</li> <li>▪ Anwendung von Planungswerkzeugen der Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rom (FAO)</li> <li>▪ Numerische Simulation des Bodenwasserhaushalts und Kontrolle der Bodenversalzung unter Bewässerung mit HYDRUS</li> <li>▪ Grundlagen der Planung und Implementierung von Bewässerungsprojekten als Teil einer integrierten</li> </ul>

	Wasserbewirtschaftung (IWRM) unter Berücksichtigung des Klimawandels
Titel der Lehrveranstaltungen	Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vortrag (Vorlesung), Gruppenarbeit, selbstgesteuertes Lernen, kooperatives Lernen, Lernen durch Darstellung von Ergebnissen in Form von Kurzvorträgen (Vorbereitung auf die Teilnahme an Tagungen und wissenschaftlichen Konferenzen)
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung: Jedes Sommersemester Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung: Jedes Wintersemester
Sprache	Deutsch (Verständnis englischsprachiger Fachliteratur wird vorausgesetzt)
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Wasserbau und Wasserwirtschaft Grundlagen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium 120 Stunden, inklusive Studienarbeit (40 Std.) und Vorbereitung und Präsentation eines wissenschaftlichen Kurzvortrags (20 Std.) Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium 60 Stunden
Studienleistungen	Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung:

	Erfolgreiche Bearbeitung und termingerechte Abgabe einer Studienarbeit (40 Std.) sowie Vorbereitung und erfolgreiche Präsentation eines wissenschaftlichen Kurvvortrags von 15 min (20 Std.)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung –Teilklausur (120 min.) Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung – Teilklausur (90 min.)
Anzahl Credits für das Modul	9
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald
Lehrende des Moduls	Dr.-Ing. Bernd Rusteberg
Medienformen	PowerPoint Präsentationen, Tafelanschrieb, Videos, Praktische Übungen am PC (multikriterielle Verfahren und Projektbewertung) Unterlagen werden digital zur Verfügung gestellt
Literatur	<p><b>Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung</b></p> <p><b>DVWK (1999):</b> Integrierte Bewertung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen, DVWK-Materialien 1/1999, Bonn.</p> <p><b>Herath, G. &amp; Prato, T., Ed. (2006):</b> Using Multi-Criteria Decision Analysis in Natural Resource Management, Ashgate, England, ISBN: 978-0-7546-4596-2.</p> <p><b>Jain, S. K., &amp; V.P. Singh (2003):</b> Water resources system planning and management, Elsevier, Amsterdam, Netherlands.</p> <p><b>Lecher, K., Lühr, H.-P. &amp; U.C.E. Zanke, Hrsg. (2015):</b> Taschenbuch der Wasserwirtschaft: Grundlagen – Maßnahmen – Planungen, Springer Vieweg, 9. Auflage, ISBN: 9-783-52812-5806.</p> <p><b>Loucks, D. P., Beek, E.v., Stedinger, J.R., Dijkman, J.P.M. &amp; M.T. Villars (2005):</b> Water Resources Systems Planning and Management: An Introduction to Methods, Models and Applications, Studies and Reports in Hydrology, UNESCO Publishing, DELFT, ISBN 92-3-103998-9.</p> <p><b>Maniak, U. (2000):</b> Wasserwirtschaft – Einführung in die Bewertung wasserwirtschaftlicher Vorhaben, Springer Verlag Berlin–Heidelberg–New York, ISBN: 3-540-59206-7.</p> <p><b>Nachtnebel, H. (1988):</b> Wasserwirtschaftliche Planung bei mehrfacher Ziesetzung. Wiener Mitteilung Bd.78, Universität für Bodenkultur Wien.</p> <p><b>Rumm, P. &amp; S.v. Keitz &amp; M. Schmalholz, Hrsg. (2008):</b> Handbuch der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Inhalte, Neuerungen und</p>

	<p>Anregungen für die nationale Umsetzung, Erich Schmidt Verlag, 2.Auflage, ISBN: 3-503-09-0274.</p> <p><b>Vanrolleghem, P.A. Ed. (2011):</b> Decision Support for Water Framework Directive Implementation – Water Framework Directive Series, Vol.3, IWA Publishing, New York, ISBN: 1-8433-9-3271.</p> <p><b>Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung</b></p> <p><b>Burton, M. (2013):</b> Irrigation Management: Principles and Practices, ISBN: 978-1780644349, pp.386.</p> <p><b>Campanhola, C. &amp; S. Pandey (eds) (2018):</b> Sustainable Food and Agriculture: An integrated Approach, FAO, Academic Press, ASIN: B07L6CKRNY, pp.542.</p> <p><b>FAO (2019):</b> Land and Water Software Tools: <a href="http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/en/">http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/en/</a></p> <p><b>Guyman, G.L. (2008):</b> Unsaturated Zone Hydrology. Pearson Technology Group, 2. Auflage, ISBN: 978-0133690835, pp.224.</p> <p><b>Hoanh, C.T. (2016):</b> Climate Change and Agricultural Water Management in Developing Countries, CABI Climate Change Series Book 7, ASIN: B019HBWJN8, pp.240.</p> <p><b>Kozel, P. (2016):</b> Irrigation and Drainage: Sustainable Strategies and Systems. Scitus Academics LLC, ISBN: 978-1681174686, pp.326.</p> <p><b>Laycock, A. (2011):</b> Irrigation Systems: Design, Planning and Construction, ISBN: 978-1845938741, pp.320.</p> <p><b>Lazarova, V. &amp; A. Bahri (eds) (2004):</b> Water Reuse for Irrigation. Agriculture, Landscapes and Turf Grass, CRC Press, ISBN: 978-1566706490, pp.432.</p> <p><b>Merrington, G., Winder, L., &amp; M. Redman (2002):</b> Agricultural Pollution: Environmental Problems and Practical Solutions, Environmental Science and Engineering Series, CRC Press, ASIN: B07CSSSVTP, pp.264.</p> <p><b>PC-PROGRESS (2019):</b> HYDRUS 1D–2D–3D – das Simulationstool für die ungesättigte Bodenzone, Introduction, program description, user and technical manuals. <a href="https://www.pc-progress.com">https://www.pc-progress.com</a></p> <p><b>Lecher, K., Lühr, H.-P. &amp; U.C.E. Zanke, Hrsg. (2015):</b> Taschenbuch der Wasserwirtschaft: Grundlagen – Maßnahmen – Planungen, Springer Vieweg, 9. Auflage, ISBN: 9-783-52812-5806, pp.1305.</p> <p><b>Ritzema, H.P. (ed.) (1994):</b> Drainage Principles and Applications. International Institute for Land Reclamation and Improvement – ILRI, ISBN: 978-9070754334, pp.1109.</p> <p><b>Withers, B., Vipond, S. &amp; K. Lecher (1993):</b> Bewässerung. Übersetzung der englischen Fassung von Withers–Vipond, Blackwell–Wissensch.–Verlag Berlin.</p>
--	--

	<b>Waller, P. &amp; M. Yitayew (2016): Irrigation and Drainage Engineering. Springer, ASIN: B0186VM6ZQ, pp.742.</b>
--	---

### M3.5 Intelligente Stromnetze

Nummer/Code	
Modulname	Intelligente Stromnetze
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Studierende kennen die Charakteristika und das Regelverhalten dezentraler Erzeuger, Speicher und Lasten. Sie kennen verschiedene Möglichkeiten die Komponenten eines Smart Grids durch moderne Informations- und Kommunikationstechnik zu verknüpfen. Sie kennen Rahmenbedingungen für die Netzintegration von erneuerbaren Energien. Sie kennen Auslegungs- und Betriebsverfahren für aktive Verteilnetze.
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmöglichkeiten dezentraler Erzeuger, Speicher, Elektrofahrzeuge und Lasten</li> <li>• Aggregation, Virtuelle Kraftwerke, Mikronetze</li> <li>• Smart Metering, Informations- und Kommunikationstechnik</li> <li>• Netzanschlussbedingungen und Systemdienstleistungen (z.B. Spannungs- und Frequenzhaltung)</li> <li>• Netzqualität und Netzstabilität</li> <li>• Netzberechnung und Simulation</li> <li>• – Auslegungs- und Betriebsverfahren für aktive Verteilungsnetze</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Intelligente Stromnetze
(Lehr- / Lernformen)	Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	u.a. Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Semester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundlagen Energietechnik und Elektrische Anlagen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Martin Braun (FB 16)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Martin Braun (FB 16) und Mitarbeiter
Medienformen	Beamer, Tafel, Overhead-Projektor
Literatur	Literatur wird in der Vorlesung benannt.

### M3.6 Praktikum Thermische Messtechnik

Nummer/Code	
Modulname	Praktikum Thermische Messtechnik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Studierende kennen die Messprinzipien und die Genauigkeiten von Sensoren zur Volumenstrom-, Temperatur- und Druckmessung. Sie wissen um die Vor- und Nachteile verschiedener Sensoren, die in thermischen Systemen zum Einsatz kommen, und können Messtechnik je nach Einsatzzweck auswählen. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, (resultierende) Messunsicherheiten zu berechnen.
Lehrveranstaltungsarten	Pr 2 SWS
Lehrinhalte	Einsatz verschiedener Sensoren zur Messung von Temperaturen und Volumenströmen,  Messung von Druck und Druckverlusten über verschiedene Prüflinge und Einbauten.
Titel der Lehrveranstaltungen	Praktikum Thermische Messtechnik
(Lehr-/ Lernformen)	Gruppenarbeit, Laborpraktikum, Praktikum, praktische Arbeiten, Präsentationen, Vorträge, Fachgespräch
Verwendbarkeit des Moduls	M. Sc. Regenerative Energien und Energieeffizienz, B. Sc. Maschinenbau M. Sc. Maschinenbau M. Sc. Umweltingenieurwesen M. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Semester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundlegendes Wissen zur Messung kalorimetrischer Größen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	2 SWS Pr (30 Std.) Selbststudium 60 Std.
Studienleistungen	Durchführung von Laborversuchen, Anwesenheitspflicht
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Studienleistung
Prüfungsleistung	Eingangs- und Abschluss-Fachgespräche (je ca. 30 min), Versuchspraktikum

Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Klaus Vajen (FB 15)
Lehrende des Moduls	Prof. Klaus Vajen
Medienformen	Versuchsanleitungen
Literatur	

### M3.7 Siedlungswasserwirtschaft – Wasserchemie, Ressourcenorientierte Wasserinfrastruktursysteme, Energie aus Abwassersystemen

Nummer/Code	
Modulname	Siedlungswasserwirtschaft – Wasserchemie, Ressourcenorientierte Wasserinfrastruktursysteme, Energie aus Abwassersystemen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Lehrinhalte sollen den Studierenden Kenntnisse in speziellen Themen der Siedlungswasserwirtschaft vermitteln, die durch die Durchführung diverser FuE Vorhaben in den entsprechenden Themenbereichen sehr eng an die Forschungstätigkeit anknüpfen. Die Studierenden werden hierdurch an die Forschung herangeführt, so dass hier ein Weg zur Promotion sehr gut anschließen kann.</p> <p><b>Wasserchemie</b>  Das Teilmodul „Wasserchemie“ liefert den Studierenden Grundwissen aus den Bereichen allgemeine und analytische Chemie sowie den theoretischen Hintergrund zu den Prozessen in der Wasserbehandlung und ergänzt diese durch den analytischen Praktikumsteil, in dem die Studierenden Basisverfahren der Analytik im Wasserbereich selbst durchführen. Die Wasserchemie stellt eine Grundlagenkompetenz für die wissenschaftliche Tätigkeit dar, so dass durch dieses Teilmodul insbesondere Fertigkeiten für die Bearbeitung von wasser- und abwasserbezogenen Studien- und Masterarbeiten sowie für FuE-Vorhaben erlernt werden.</p> <p><b>Ressourcenorientierte Wasserinfrastruktursysteme</b>  Infolge sich verändernder Rahmenbedingungen wie Klima- und demografischer Wandel sowie steigender Anforderungen an den Gewässerschutz und die Ressourceneffizienz steht die Siedlungswasserwirtschaft vor großen Herausforderungen. Das Teilmodul „Ressourcenorientierte Wasserinfrastruktursysteme“ vermittelt den Studierenden Inhalte, wie den o.g. Herausforderungen mittels ressourcenorientierter Wasserinfrastruktursysteme begegnet und eine möglichst weitgehende Schließung von Stoff- und Wasserkreisläufen zur Wiederverwertung der im Abwasser enthaltenen Wertstoffe erreicht werden kann.</p> <p><b>Energie aus Abwassersystemen</b>  Das Teilmodul „Energie aus Abwassersystemen“ vermittelt den Studierenden Kenntnisse über die Energiebilanz einer Kläranlage sowie über das energetische Einspar- und Nutzungspotential von Abwasser. Neben der Einsparung von Energie (z.B. durch betrieblich angepasste Verringerung von Maschinenlaufzeiten) sowie Möglichkeiten der Effizienzsteigerungen (z.B. durch Optimierung der Maschinen- und Verfahrenstechnik) stellt die Substitution des Einsatzes fossiler Energieträger durch die Verwertung von im Abwasser enthaltener Energie (Wärmeenergie,</p>

	Lageenergie, Bioenergie zur Strom- und Wärmegewinnung aus Faulgas) ein Schwerpunktthema dieser Vorlesung dar.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü ( 6 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Wasserchemie</b></p> <p>Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Chemie</li> <li>• Allgemeine Wasserchemie / Chemie wässriger Lösungen</li> <li>• Spezielle Wasserchemie für den Bereich der Siedlungswasserwirtschaft</li> <li>• Analytische Verfahren</li> </ul> <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Säure-Base-Titrationen</li> <li>• Basisverfahren der Analytik im Wasserbereich nach DEV (z.B. Bestimmung der Summenparameter CSB &amp; BSB, Bestimmung der suspendierten Feststoffe)</li> </ul> <p><b>Ressourcenorientierte Wasserinfrastruktursysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffe und Stoffströme</li> <li>• Systeme und Konzepte</li> <li>• Behandlungsmöglichkeiten/-ziele</li> <li>• Verwertung und Nutzung</li> <li>• Systemintegration in den Bestand</li> <li>• Anwendungsempfehlungen u. Planungsprozess</li> <li>• Mehrdimensionale Bewertung</li> <li>• Praxisbeispiele</li> <li>• Übungen und Exkursion</li> </ul> <p><b>Energie aus Abwassersystemen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechtliche Grundlagen Erneuerbare Energien</li> <li>• Potenziale Erneuerbarer Energien</li> <li>• Integrierte nachhaltige Konzepte für Erneuerbare Energien</li> <li>• Energienutzung aus Abwassersystemen (Wärme, Wasserkraft, Wärmepumpen))</li> <li>• Anaerobe Prozesstechnik</li> <li>• Thermische und elektrische Nutzung von Faulgas</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Wasserchemie Neuartige Wasserinfrastrukturen Energie aus Abwassersystemen
(Lehr-/ Lernformen)	Vortrag, Lehrgespräch, Gruppenarbeit, problembasiertes Lernen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	zwei Semester

Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Ressourcenorientierte Wasserinfrastruktursysteme und Wasserchemie: jedes Wintersemester Energie aus Abwassersystemen: jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Siedlungswasserwirtschaft Grundlagen Aufbauwissen: Siedlungsentwässerung & Klärschlammbehandlung, Planung, Bau und Betrieb
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 90 Stunden Selbststudium: 180 Stunden
Studienleistungen	Wasserchemie: Durchführung der Versuche (12 Stunden) Versuchsberichte (30 Stunden)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Zwei Klausuren: Wasserchemie (90 Minuten) Ressourcenorientierte Wasserinfrastrukturen & Energie aus Abwassersystemen (180 Minuten)
Anzahl Credits für das Modul	9
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tobias Morck
Lehrende des Moduls	Dr. rer. Nat Julian Zinke, Dr.-Ing. Wernfried Schier, Prof. Dr.-Ing. Johannes Müller-Schaper
Medienformen	PC-gestützte Präsentationen, pdf-Skripte
Literatur	<p><b>Wasserchemie:</b> Mortimer, C. E.; Müller, U.; Beck, J.: Chemie : Das Basiswissen der Chemie. akt. Aufl. , Stuttgart : Thieme Verlag Normen und Regelwerke</p> <p><b>Ressourcenorientierte Wasserinfrastruktursysteme:</b> DWA (2008): Neuartige Sanitärsysteme. DWA-Themen. Hennef. DWA (2014): Grundsätze für die Planung und Implementierung Neuartiger Sanitärsysteme (NASS). Arbeitsblatt A 272. Hennef. Felmeden et al. (2016): Integrierte Bewertung neuartiger Wasserinfrastrukturen. netWORKS-Papers, 32. Difu, Berlin.</p> <p><b>Energie aus Abwassersystemen:</b> Steigerung der Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen, Umweltbundesamt, Texte 11/2008 BMU (2015): Umweltbericht 2015 – Auf dem Weg zu einer modernen Umweltpolitik Merkblatt DWA-M 114 – Energie aus Abwasser – Wärme- und Lageenergie, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef, Juni 2009 (Hinweis: im September 2018 erschien im Gelbdruck das Merkblatt DWA-M 114 – Abwasserwärmennutzung)</p>

### M3.8 Vertiefende Hydraulik

Nummer/Code	
Modulname	Vertiefende Hydraulik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Vertiefende Hydromechanik</b></p> <p>Die Studierenden vertiefen die wichtigsten hydromechanischen Grundlagen der Technischen Hydraulik. Sie rekapitulieren das hydraulische und hydromechanische Basiswissen und verstehen ausgewählte physikalische Annahmen und Herleitungen. Sie lernen die wichtigsten hydromechanischen Erhaltungssätze und deren erweiterte Anwendbarkeit in der wasserbaulich Technischen Hydraulik kennen. Sie verstehen die Voraussetzungen allgemein angewandter hydraulischer Methoden und ihre wichtigsten Einschränkungen und Einsatzgrenzen.</p> <p>Sie führen eigene Überlegungen zur praktischen Anwendbarkeit der Technischen Hydraulik durch und haben Einblick in die wichtigsten Arbeitsblätter und das Regelwerk. Sie verstehen wesentliche Hintergründe der Regeln und lernen teilweise auch, diese kritisch zu beurteilen.</p> <p><b>Wasserbauliches Versuchswesen</b></p> <p>Die Studierenden lernen die im wasserbaulichen Versuchswesen der Gerinne- und Rohrhydraulik maßgeblichen Strömungsphänomene kennen. Sie rekapitulieren die hydromechanischen Grundlagen und Berechnungsweisen aus Hydraulik und strömungsabhängigem Feststofftransport. Sie verstehen die Entwurfs- und Gestaltungsgrundsätze wasserbaulicher Versuche. Die Studierenden können die erworbenen Kenntnisse in ingenieurwissenschaftlichen und ingenieurpraktischen Fragestellungen anwenden und übertragen.</p> <p>Die Studierenden erlernen die wichtigsten Fachbegriffe des wasserbaulichen Versuchswesens lernen an eigenen Anwendungsbeispielen die Fehlereinflüsse und deren Auswirkungen auf das Endergebnis kennen. Die Studierenden präsentieren ihre Ergebnisse und diskutieren in einem Fachgespräch über Methodik und Fehlereinflüsse.</p>
Lehrveranstaltungsarten	<p>Vertiefende Hydromechanik: VL, Ü (2 SWS)</p> <p>Wasserbauliches Versuchswesen: VL, Ü (2 SWS)</p>
Lehrinhalte	<p><b>Vertiefende Hydromechanik</b></p> <p>Ausgewählte hydromechanische Erhaltungs- und Bilanzsätze materieller Volumen und Kontrollvolumen; Einführung ausgewählter Annahmen für anwendungsorientierte Ansätze der Technischen Hydraulik;</p>

	<p>Dimensionslose Kennzahlen (Differentialgleichungen, hydraulischer Aufgabenstellungen, formelle Dimensionsanalyse);</p> <p>Hydromechanische Modellbildungen bei Potenzialströmungen, Grenzschichtströmungen, freien Scherströmungen und Rauheiten, Porenraumströmungen;</p> <p>Hydromechanische Effekte der Turbulenz auf Strömungen der Technischen Hydraulik (z. B. Durchmischung, Druckschwankung, Drall, Dissipation); Krümmungsbedingte und turbulenzbedingte Sekundärströmungen;</p> <p>Ausgewählte hydromechanische Aspekte der stationären und der instationären Rohrströmungen (Teilfüllung, Druckstoß, Ausgleichsschwingungen);</p> <p>Ausgewählte hydromechanische Aspekte stationärer und instationärer Gerinneströmungen (Fließwiderstände bei nicht-großer Überdeckung; Kapillar-, Tiefwasser-, Flachwasserwellen);</p> <p>Ausgewählte Grundlagen des Feststofftransports, der Fließgewässermorphodynamik und einfacher Schlussfolgerungen für die Gewässerökologie</p> <p>Hydraulik und Feststofftransport an Gerinneverzweigungen;</p> <p>Einführende Hydraulik von Fischaufstiegsanlagen;</p> <p>Ausgewählte Prüfungen nach Eigenkontrollverordnung, Einführende Hydrometrie im Abwasser</p> <p><b>Wasserbauliches Versuchswesen</b></p> <p>Dimensionslose Kennzahlen im Wasserbaulichen Versuchswesen; Modellgesetze für dynamische Ähnlichkeiten in Froude-, Reynolds- und Webermodellen;</p> <p>Maßstabseffekte für Rohr- und Gerinnehydraulik bei Berücksichtigung typischer Effekte aus Schwere, Zähigkeit, Kapillarität, Porosität u. a.; Bedeutung überhöhter Modelle;</p> <p>Geschiebe-, Schwimmstoff- und Schwebstofftransport in Freispiegelgerinnen und Rohrströmungen des wasserbaulichen Versuchswesens;</p> <p>Übertragung von Laboruntersuchungen auf Naturmaßstäbe;</p> <p>Ingenieurwissenschaftlich begründete experimentell-praktische Anwendung des Wasserbaulichen Versuchswesens im Wasserbaulabor auf eine wasserbauliche Aufgabenstellung mit konkreten Randbedingungen</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Vertiefende Hydromechanik Wasserbauliches Versuchswesen
(Lehr- / Lernformen)	Vertiefende Hydromechanik: VL, Ü Wasserbauliches Versuchswesen: VL, Ü

Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesens und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Hydromechanik, Grundlagen des Wasserbaus, Wasserbauwerke und Strömungsverhalten von Fließgewässern, Experimentelle Umwelttechnik – Praxis der hydrometrischen Messmethoden
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p><b>Vertiefende Hydromechanik</b>  Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden)  Selbststudium: 60 Stunden</p> <p><b>Wasserbauliches Versuchswesen</b>  Präsenzzeit: 2 SWS (24 Stunden), davon 16 Stunden  Gruppenübungen  Selbststudium: 66 Stunden</p>
Studienleistungen	<p><b>Wasserbauliches Versuchswesen</b>  Berichtsbeitrag über durchgeführte Entwurfs- und Gestaltungsaufgabe des wasserbaulichen Versuchswesens; innerhalb einer Gruppe (3 bis 4 Studierende) müssen alle Berichtselemente der Dokumentation der Aufgabenlösung (Funktionskriterien, Recherche und Bewertung bestehender Lösungen, Dimensionsanalyse, Variantenansätze und Vorzugsvariante einschließlich experimenteller Nachweise, Übertragbarkeit auf abweichende Verhältnisse) vertreten sein und in einem als mindestens ausreichend bewerteten Gesambericht verbunden sein und in einem Fachgespräch präsentiert werden.</p>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	<b>Vertiefende Hydromechanik:</b> Klausur (60 min)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Klaus Träbing
Lehrende des Moduls	Dr.-Ing. Klaus Träbing
Medienformen	Präsentationen, Tafelanschrieb
Literatur	<p><b>Vertiefende Hydromechanik</b>  Bollrich, G.: Technische Hydromechanik, Berlin 2013</p>

	<p>Böswirth &amp; Bschorer 2014: Technische Strömungslehre. Zanke 2013: Hydraulik für den Wasserbau. Naudascher 1992: Hydraulik der Gerinne und Gerinnebauwerke. Zanke 2013: Hydraulik für den Wasserbau. Hager 1995: Abwasserhydraulik. DWA Arbeitsblätter und Merkblätter A110, A111, A112, A157, A166, M509</p> <p><b>Wasserbauliches Versuchswesen</b> Kobus, H., 1984: Wasserbauliches Versuchswesen. Schriftenreihe des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau; Band 39. Paul Parey, Hamburg.</p>
--	---

### M3.9 Messen und Modellieren in der Stadt- und Geländeklimatologie

Nummer/Code	
Modulname	Messen und Modellieren in der Stadt- und Geländeklimatologie
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden verfügen über einen Überblick über verschiedene Mess- und Modellierungsverfahren der Stadt- und Geländeklimatologie und vertiefte Kenntnisse in ausgewählten Verfahren der Messung oder Modellierung. Sie sind in der Lage eine einfache Methode der Messung oder Modellierung auf eine konkrete Fragestellung anzuwenden sowie die Ergebnisse auszuwerten und zu interpretieren. Sie können so den Prozess der Beantwortung einer einfachen Untersuchungsfrage anhand eines Experiments selbstständig und praktisch durchführen.
Lehrveranstaltungsarten	Vorlesung + Übung (4 SWS)
Lehrinhalte	Nach einem Überblick über die allgemeinen Methoden der Messung und Modellierung der Stadt- und Geländeklimatologie, erfolgt eine tiefere und praktische Auseinandersetzung mit einer ausgewählten Mess- oder Modellierungsmethode. Eine einfache Untersuchungsfrage und ein Untersuchungsdesign wird entwickelt, welches mittels einer mikroskaligen Modellierung z. B. mit UMEP oder ENVI-met (i. d. R. im Wintersemester) oder mittels einer gemeinsam durchgeführten Messkampagnen z. B. in Form einer 24-Stunden-Messung (i. d. R. im Sommersemester) beantwortet werden kann.
Titel der Lehrveranstaltungen	Microclimate simulations for climate-resilient planning and design <a href="https://portal.uni-kassel.de/gisserver/rds?state=verpublish&amp;status=init&amp;vmfile=no&amp;publid=246170&amp;moduleCall=webInfo&amp;publishConfFile=webInfo&amp;publishSubDir=veranstaltung">https://portal.uni-kassel.de/gisserver/rds?state=verpublish&amp;status=init&amp;vmfile=no&amp;publid=246170&amp;moduleCall=webInfo&amp;publishConfFile=webInfo&amp;publishSubDir=veranstaltung</a>
(Lehr- / Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vorlesung + Übung (4 SWS)
Verwendbarkeit des Moduls	Wahlpflichtmodul am Fachbereich 06 und für M.Sc. Umweltingenieurwesen

Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	i. d. R. einmal pro Jahr
Sprache	Deutsch oder Englisch je nach Ankündigung
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	keine
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	keine
Studentischer Arbeitsaufwand	Kontaktstudium: 60 h Eigenstudium: 120 h
Studienleistungen	Praktische oder schriftliche Leistungsnachweise je nach Ankündigung
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Studienleistung bestanden
Prüfungsleistung	Modulprüfung bestehend aus: Referat im Rahmen der Vorlesung (50%) und Seminarbericht (50%)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Britta Jänicke
Lehrende des Moduls	Lehrende des FG Umweltmeteorologie, Fachbereich 06
Medienformen	
Literatur	Literaturhinweise werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

### M3.10 Climate Model Analysis

Nummer/Code	
Modulname	Climate Model Analysis
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Content of this module „Climate Model Analysis“:</p> <p>Environmental concerns have become increasingly important in our world. Much of this is due to the fact that not only does society affect its natural environment—but our natural environment affects us as well. Perhaps the best example to this scenario is the phenomenon of global climate change and the social, ethical, economic and political as well as environmental consequences that will result from it. Possible consequences are realized in future climate projections produced by climate models.</p> <p>Students gain analysis skills of climate model output data. Here, an overview of existing climate model data and their differences is given. The binary format of the data is discussed, how and with which software tools they can be analysed is introduced. The students are introduced to the Linux environment of the University of Kassel. They learn about the global climate system by solving exercises using the software.</p> <p>After following this class, students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– can work on the Linux environment</li> <li>– know the climate data availability, how to access them and their format</li> <li>– know and apply the software tools to analyse climate model data</li> <li>– gain insights into the analysis of the global climate system</li> </ul> <p>Students gain competences in climate science and learn to communicate in English language.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, S (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Lecture and Seminar</p> <p>Climate Model Analysis:</p> <p>The focus of this lecture and seminar is on the understanding of the global climate, climate model output and on how to perform the analysis of climate data. Different exercises with climate model data are solved.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Climate Model Analysis

(Lehr- / Lernformen)  Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vortrag, Lehrgespräch, Übungsaufgaben, studentische Präsentationen, diskursive Aufarbeitung der Aufgaben, Beamer, Animationen, Videos, Einzel-und/oder Gruppenarbeit, selbstgesteuertes und problembasiertes Lernen.
Verwendbarkeit des Moduls	u.a. Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	englisch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Vorlesung: Introduction into the Climate System
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Schriftliche Ausarbeitung (10 Seiten) einer Problemstellung in Form einer Hausarbeit (10 Seiten) inkl. Vortrag (15 Minuten) mit Fachgespräch.
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Dr. habil. Merja Tölle
Lehrende des Moduls	Dr. habil. Merja Tölle
Medienformen	Power-Point-Präsentationen, Wandtafel, Filmsequenzen und Animationen, Übungen, wissenschaftliche Fachartikel, Literatur, Linux-Cluster. Unterlagen werden über moodle zur Verfügung gestellt.
Literatur	Grundlegende und weiterführende Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

### M3.11 Offshore Foundations

Nummer/Code	
Modulname	Offshore Foundations
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>The objective of the module is to provide students with a comprehensive understanding of offshore foundation types and their behaviour under various subsoil and environmental conditions, focusing on wind turbines. By the end of the module, students will be able to select suitable foundation types based on subsoil conditions, load effects, and environmental constraints.</p> <p>Students will learn that marine soils are multiphase systems. They will identify and estimate soil parameters affecting deformation and strength, focusing on cyclic loading in offshore environments.</p> <p>Students will explore key offshore foundation types, starting with gravity-based foundations, followed by monopiles, pile groups, and suction caissons. They will evaluate the suitability of each type under different subsoil and loading conditions. In addition, they will learn installation techniques for these foundation types.</p> <p>Students will apply classical geotechnical theories, such as p-y curves for lateral load analysis and bearing capacity theory for vertical loads, and use numerical modelling. This will enable them to calculate deformation and capacity, and simulate foundation performance under real-world conditions.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (2 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to marine soils and their multiphase nature</li> <li>• Soil parameter identification for offshore foundation design</li> <li>• Impact of cyclic loading on soil strength and deformation</li> <li>• Laboratory tests and site investigation methods for offshore subsoil analysis</li> <li>• Overview of foundation types: gravity-based, monopiles, pile groups, suction caissons</li> <li>• Suitability of foundation types for different subsoil and loading conditions</li> <li>• Installation techniques for different foundation types: pile driving, suction</li> <li>• Economic and environmental considerations in foundation selection</li> <li>• Classical geotechnical calculations: p-y curves for lateral load analysis and bearing capacity theory for vertical loads</li> <li>• Introduction to advanced numerical modelling</li> <li>• Set-up and calibration of offshore foundation models</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Validation of simulation results under realistic offshore conditions</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Offshore Foundations
(Lehr- / Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Lecture, Interactive Teaching, Collaborative Learning, Cooperative Learning
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	English
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Geotechnik 1, 2, 3 (B.Sc.)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 28 Stunden (2 SWS)</p> <p>Selbststudium: 152 Stunden</p>
Studienleistungen	keine
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	keine
Prüfungsleistung	<p>Written term paper (20 pages) with submission interview and presentation of the term paper (30 minutes). The examination results are included in the overall grade of the module in the proportions of 75% (written term paper) and 25% (submission interview and presentation).</p> <p>In case of an excessively large number of participants, a written exam (120 minutes) will be offered instead.</p>
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Oliver Reul
Lehrende des Moduls	Dr. Libo Chen

Medienformen	Slides, Lecture notes, Modelling software
Literatur	<p>Bhattacharya, S. (2019). Design of foundations for offshore wind turbines. John Wiley &amp; Sons.</p> <p>Potts, D. M., Zdravković, L. (2001). Finite element analysis in geotechnical engineering: application, Vol. 2. London: Thomas Telford</p> <p>Randolph, M. F., &amp; Gourvenec, S. (2017). Offshore Geotechnical Engineering. CRC Press.</p> <p>Salgado, R. (2008). The engineering of foundations. McGraw-Hill Europe.</p>

### M3.12 Methoden der Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit

Nummer/Code	
Modulname	Methoden der Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Studierende lernen die grundlegende Herangehensweise an die umwelt- und nachhaltigkeitsbezogene Bewertung von Technologien kennen und können einschlägige Konzepte und Methoden (einschließlich der Ökobilanzierung) einordnen und selbstständig anwenden. Sie sind in der Lage, eine umfassende Systemperspektive anzulegen, kennen einschlägige politische Vorgaben und können geeignete Kriterien und Indikatoren für die ökologische, ökonomische und soziale Bewertung wählen. Studierende können Materialien, Produkte und Infrastrukturen lebenszyklusweit auf ihre Umwelt- und Nachhaltigkeitsperformanz bewerten. Sie können dies in Beziehung setzen zur Gesamtperformanz einer Region oder eines Landes und quantitativ begründet Abwägungen bei Zielkonflikten durchführen. Das Modul stärkt explizit die Methodenkompetenz der Studierenden.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL mit Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Im Rahmen der Veranstaltung werden die Grundlagen, Konzepte und Anwendungen der Umwelt- und Nachhaltigkeitsbewertung behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziele von Umwelt- und Nachhaltigkeitspolitiken (ProgRess und Agenda 2030)</li> <li>• Grundlagen der Technikbewertung (u.a. VDI 3780)</li> <li>• Überblick allgemeine Methoden (z.B. Trend-, Kosten-Nutzen-, Risikoanalysen, Szenariotechnik, Simulation)</li> <li>• Effizienzsteigerung versus Problemverlagerung</li> <li>• Prinzipien vergleichender Analyse und Bewertung</li> <li>• Optionen der Güterabwägung zur Bewertung von „Trade-offs“</li> <li>• Typen stoffflussbasierter Analyse- und Bewertungsmethoden</li> <li>• Umgang mit Unsicherheiten</li> <li>• Safe-Operating-Space und Safe-Operating-Range</li> <li>• Systemperspektiven zur mehrskaligen und sektorübergreifenden Analyse und Bewertung</li> <li>• Wirkungs- und umsatzbezogene Indikatoren für Klima- und Ressourcenschutz etc.</li> <li>• Methoden zu Analyse und Bewertung stofflichen Ressourcenverbrauchs (u.a. Kumulierter Rohstoffaufwand nach VDI 4800)</li> <li>• „Fußabdrücke“ von Ressourcennutzung und Umweltbelastung</li> <li>• Methodenvertiefung Ökobilanzierung (Life-Cycle-Assessment, LCA)</li> <li>• Ökonomische Bewertung: Lebenszykluskostenanalyse</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soziale Bewertung (social LCA)</li> <li>• Dynamisierte LCA: Szenarienentwicklung für Nachhaltige Transformation</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Methoden der Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit
(Lehr- / Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Die Veranstaltung besteht aus einem VL-Teil und einem Ü-Teil, in dem die Studierenden den Stoff durch Anwendungsbeispiele erlernen, u. a. durch softwaregestützte Technikbewertung und die Analyse von Beispielen.
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Umweltingenieurwesen, Regenerative Energien und Energieeffizienz, Nachhaltiges Wirtschaften, Wirtschaftsingenieurwesen, Nachhaltige Materialien und Prozesse, Nachhaltigkeitswissenschaften
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	Deutsch mit englischen Lehrmaterialien
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Nachhaltiges Ressourcenmanagement – Grundlagen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (50 Stunden) Selbststudium: 130 Stunden
Studienleistungen	Präsentation eines selbstständig erarbeiteten Fall- bzw. Anwendungsbeispiels
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	In Abhängigkeit der Zahl der Teilnehmenden entweder mündliche Prüfung (15–30 min.) oder Klausur (90–120 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Anna Schomberg, M. Sc. (FB 15)
Lehrende des Moduls	Anna Schomberg, M. Sc. (FB 15)
Medienformen	Vorlesungsfolien (werden auf Moodle gestellt), Übungsaufgaben; PC-Pool
Literatur	Die Vorlesungsfolien enthalten den geforderten Stoff vollständig. Ausgewählte, zusätzliche Literatur wird bei Bedarf in der Veranstaltung angegeben und über Moodle zur Verfügung gestellt.

### M3.13 Kunststoffprüfung und Qualitätssicherung in der Kunststoffverarbeitung

Nummer/Code	
Modulname	<b>Kunststoffprüfung und Qualitätssicherung in der Kunststoffverarbeitung</b>
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>A Kunststoffprüfung</b>  In Vorlesungen und Praktika werden Grundlagen und Besonderheiten der Prüfung von Kunststoffen theoretisch und praktisch vermittelt. Ziel der Vorlesung ist es, dem Teilnehmer die Möglichkeiten und Chancen der modernen Kunststoffprüfung und Diagnostik darzustellen und Basiswissen zu den wichtigsten Methoden in Theorie und Praxis zu vermitteln.</p> <p><b>B Werkstoffkunde der Kunststoffe – Praktikum</b>  Die Studierenden haben sich die wesentlichen Eigenschaften von Kunststoffen im praktischen Versuch angeeignet. Das Praktikum dient als Ergänzung zu den Inhalten der Vorlesung Werkstoffkunde der Kunststoffe und soll die dort erlernten Inhalte durch aktive Mitarbeit im Praktikum greifbar machen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	A – VL m Pr (2 SWS) B – Pr (1 SWS) C – Pr (1 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>A Kunststoffprüfung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Notwendigkeit der Prüfung von Kunststoffen</li> <li>• Probekörperherstellung</li> <li>• Physikalische Eigenschaften</li> <li>• Mechanische Eigenschaften</li> <li>• Prüfung elektrischer Eigenschaften</li> <li>• Prüfung thermischer Eigenschaften</li> <li>• Prüfung optischer Eigenschaften</li> <li>• Prüfung olfaktorischer Eigenschaften (Geruch)</li> <li>• Sonderprüfmethoden</li> <li>• Praxisbeispiele der Kunststoff-Schadensanalyse</li> </ul> <p><b>B Werkstoffkunde der Kunststoffe – Praktikum</b></p> <p>Block 1: Rezepturen von Kunststoffen und deren Auswirkungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was bewirken verschiedene Rezepturen an einem Compound/Blend?</li> <li>• Co-Polymer, Co-Polymer-Homopolymer-Blend, Schlagzäh-modifikation</li> </ul> <p>Block 2: Faserverstärkte Kunststoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was bewirkt Faserverstärkung?</li> <li>• Was kann ein Kunststoff durch Modifikation im Vergleich zum Grundmaterial verändert werden?</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	A-Kunststoffprüfung B- Werkstoffkunde der Kunststoffe – Praktikum

Lehr-/Lernformen	A- Vorlesung B- Praktikum, Laborarbeit
Verwendbarkeit des Moduls	
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	A – Jedes Sommersemester B- Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundlagen der Kunststoffverarbeitung wird für das Verständnis vorausgesetzt (kann aber auch eigenständig erarbeitet werden). Besuch der Vorlesung Qualitätssicherung in der Kunststoffverarbeitung oder Werkstoffkunde der Kunststoffe ist von Vorteil.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden.
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur 90 Min. oder Mündliche Prüfung (30 Min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Hans-Peter Heim
Lehrende des Moduls	Prof. Hans-Peter Heim, Prof. Dr.-Ing. Maik Feldmann
Medienformen	
Literatur	Grellmann, W.; Seidler, S.: Kunststoffprüfung; Hanser Verlag, 2005 Reuter, M.: Methodik der Werkstoffauswahl; Hanser Verlag, 2007 Ehrenstein, G.W.: Kunststoff-Schadensanalyse; Hanser Verlag, 2010 Literaturliste wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

### M3.14 Zukunftsforschung und der Szenariotechnik – Grundlagen / Future Literacy

<b>Nummer/Code</b>	
<b>Modulname</b>	Zukunftsforschung und der Szenariotechnik – Grundlagen / Future Literacy
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden kennen wesentliche theoretische und konzeptionelle Grundlagen der Szenarioanalyse. Sie kennen den Aufbau und die Implementierung wichtiger Energiesystemmodelle, sie stellen Vor- und Nachteile verschiedener Modelltypen heraus und ordnen diese kritisch ein. Die Studierenden haben einen Einblick in die Rolle von Energiesystemmodellen und -szenarien in der Energie- und Klimapolitik auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene. Sie ordnen ihre Relevanz sowie ihre Grenzen kritisch ein.
<b>Lehrveranstaltungsart e</b>	VLM P (1 SWS), HS (1 SWS), der Seminarteil findet ggf. als Blockveranstaltung statt (Termin n.V.)
<b>Lehrinhalte</b>	<p>Themen:</p> <p>Theoretisch/konzeptionelle Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The theory of prediction</li> <li>• Die Entwicklung der Szenariotechnik im „westlichen Kulturreis“, Rand Corporation, Shell, La Prospective, Limits of Growth</li> <li>• Typen von Szenarien</li> <li>• Szenariomethoden</li> <li>• Qualitätskriterien und Verständnis von Szenarien in der konkreten Politikberatung</li> </ul> <p>Szenarien in konkreten Anwendungskontexten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht über und Funktion wichtiger Energiesystemmodelle (Times, Markal, OSEMOSYS, ...)</li> <li>• Nutzung und Funktion von Szenarien und Projektionen in der Energie- und Klimapolitik in Deutschland</li> <li>• Nutzung und Funktion von Modellen und Szenarien im internationalen Kontext des IPCC und der internationalen Klimapolitik (SRES, IAMs, NDCs, WEO)</li> </ul> <p>Grundlegende Konzepte quantitativer Szenarien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie- und Emissionsstatistische Grundlagen</li> <li>• Lernkurventheorien und ihre Anwendung</li> <li>• Technology-Readiness-Level, Diffusions- und Innovationstheorien</li> </ul> <p>Die Veranstaltung besteht aus einem inhaltlichen Basisprogramm, das ergänzt wird um fakultative Inhalte, aus denen Themen in Absprache mit den Studierenden in der Veranstaltung gewählt werden können.</p>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen</b>	Zukunftsforschung und der Szenariotechnik – Grundlagen / Future Literacy
<b>Lehr- und Lernmethoden (Lehr- und Lernformen)</b>	Vorlesung, Seminar, Selbststudium, Gruppenarbeit, Vortrag und Ausarbeitung
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M. Sc. Maschinenbau, Vertiefungsrichtungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltige Werkstoffe und Fertigungsverfahren</li> <li>• Energietechnik und Umwelttechnik</li> <li>• Mensch – Organisation – Technik</li> <li>• Nachhaltige Fahrzeugtechnik</li> </ul>

	M. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen M. Sc. Umweltingenieurwesen M. Sc. Nachhaltiges Wirtschaften M. Sc. RE2 Additive Schlüsselkompetenz
<b>Dauer des Angebotes des Moduls</b>	Ein Semester (Die erste Hälfte des Moduls ist als 2-stündige Vorlesung organisiert und schließt mit einer mündlichen Prüfung (ggf. in Kleingruppen) oder einer Klausur ab. Die zweite Hälfte ist als 2-stündiges Seminar mit Vorträgen der Studierenden sowie fakultativen inhaltlichen Ergänzungen organisiert.
<b>Häufigkeit des Angebotes des Moduls</b>	jährlich im Sommersemester
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch (wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt)
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Grundkenntnisse nationaler Energiesysteme und der Energiestatistik, Grundlagen der Systemanalyse, Szenariotechnik, Life-Cycle Analyse
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	
<b>Studentischer Arbeitsaufwand</b>	1 SWS VL (15 Std.), 1 SWS HS (15 Std.), Selbststudium (45 Std.), Schriftliche Ausarbeitung eines Vertiefungsthemas und Vorbereitung eines Vortrags (30 Std.)
<b>Studienleistungen</b>	Referat mit Vortrag (einzelne oder in Kleingruppe)
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b>	
<b>Prüfungsleistung</b>	Referat mit Vortrag und ppt, oder Prüfungsgespräch, ggf. in Kleingruppen (15 – 30 Minuten) oder Klausur (45 – 60 Min.)
<b>Anzahl Credits für das Modul</b>	3 CP
<b>Lehreinheit</b>	Maschinenbau
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Stefan Lechtenböhmer
<b>Lehrende des Moduls</b>	Prof. Dr. Stefan Lechtenböhmer, Dr. Clemens Schneider
<b>Medienformen</b>	Rechner und Beamer, vorlesungsbegleitende Unterlagen, ggf. Onlineapplikationen
<b>Literatur</b>	<b>Grundlage:</b> Börjeson, L. et al. (2006) Scenario types and techniques: Towards a user's guide, <i>Futures</i> 38 (2006) 723-739 Dieckhoff, C. et al. (2014): Zur Interpretation von Energieszenarien, acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, Union der deutschen Akademien der Wissenschaften, ISBN: 978-3-9817048-1-5 Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.

### M3.15 Zukunftsforschung und der Szenariotechnik – Modellierung von Szenarien

<b>Nummer/Code</b>	
<b>Modulname</b>	Zukunftsforschung und der Szenariotechnik – Modellierung von Szenarien
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden haben einen Einblick in den Aufbau und die Implementierung wichtiger Energiesystemmodelle. Sie können ein abgegrenztes Anwendungsbeispiel im Kontext der quantitativen Energiesystemmodellierung und Szenarioentwicklung eigenständig bearbeiten.
<b>Lehrveranstaltungarten</b>	VLmP (1 SWS), HS (1 SWS), der Seminarteil findet ggf. als Blockveranstaltung statt (Termin n.V.)
<b>Lehrinhalte</b>	<p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeptionelle Grundlagen der Energiesystemmodellierung</li> <li>• Identifikation einer Forschungsfrage und Transformierung in eine modelltechnisch lösbarer Aufgabe.</li> <li>• Erstellung eines Modellkonzepts.</li> <li>• Umsetzung eines Modellkonzepts in ein einfaches Modell</li> <li>• Durchführung von Modellanalysen zur Beantwortung der Forschungsfrage</li> </ul> <p>Die Veranstaltung besteht aus einem inhaltlichen Basisprogramm, das ergänzt wird, um fakultative Inhalte, aus denen Themen in Absprache mit den Studierenden in der Veranstaltung gewählt werden können.</p>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen</b>	Zukunftsforschung und der Szenariotechnik – Modellierung von Szenarien
<b>Lehr- und Lernmethoden (Lehr- und Lernformen)</b>	Vorlesung, Seminar, Selbststudium. Im Seminar wird an praktischen Modellierungsproblemen gearbeitet. Die Ergebnisse der Arbeiten werden im Seminar vorgestellt und diskutiert.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M. Sc. Maschinenbau, Vertiefungsrichtungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltige Werkstoffe und Fertigungsverfahren</li> <li>• Energietechnik und Umwelttechnik</li> <li>• Mensch – Organisation – Technik</li> <li>• Nachhaltige Fahrzeugtechnik</li> </ul> <p>M. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen</p> <p>M. Sc. Umweltingenieurwesen</p> <p>M. Sc. Nachhaltiges Wirtschaften</p> <p>M. Sc. RE2</p> <p>Additive Schlüsselkompetenz</p>
<b>Dauer des Angebotes des Moduls</b>	Ein Semester, Seminar mit Vorträgen der Studierenden sowie fakultativen inhaltlichen Ergänzungen
<b>Häufigkeit des Angebotes des Moduls</b>	jährlich im Sommersemester
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch (wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt)
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für</b>	Grundkenntnisse nationaler Energiesysteme und der Energiestatistik, Grundlagen der Systemanalyse, Szenariotechnik, Life-Cycle Analyse Gute Kenntnisse in MS-Excel Grundkenntnisse in Programmierung

<b>die Teilnahme am Modul</b>	Besuch der Veranstaltung Zukunftsforschung und der Szenariotechnik – Grundlagen, wird empfohlen ist aber nicht Voraussetzung.
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	
<b>Studentischer Arbeitsaufwand</b>	2 SWS VL/Sem (30 Std.) Selbststudium (45 Std) eigenständige Bearbeitung eines Energiesystem-Modellierungsproblems, allein oder in Kleingruppe (30 Std.)
<b>Studienleistungen</b>	Modellierungsarbeit inkl. Kurzdokumentation im Rahmen des Seminarteils (ggf. als Kleingruppe)
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b>	
<b>Prüfungsleistung</b>	Präsentation und Diskussion der Modellierungsaufgabe
<b>Anzahl Credits für das Modul</b>	3 CP
<b>Lehreinheit</b>	Maschinenbau
<b>Modulverantwortlich e/r</b>	Dr. Clemens Schneider
<b>Lehrende des Moduls</b>	Dr. Clemens Schneider
<b>Medienformen</b>	Rechner und Beamer, vorlesungsbegleitende Unterlagen, ggf. Onlineapplikationen
<b>Literatur</b>	<p><b>Grundlage:</b></p> <p>Börjeson, L. et al. (2006) Scenario types and techniques: Towards a user's guide, <i>Futures</i> 38 (2006) 723–739</p> <p>Dieckhoff, C. et al. (2014): Zur Interpretation von Energieszenarien, acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, Union der deutschen Akademien der Wissenschaften, ISBN: 978-3-9817048-1-5</p> <p>Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.</p>

### M3.16 Industrietransformation und Energiewende

Nummer/Code	
Modulname	<b>Industrietransformation und Energiewende</b> Grundlagen, Konzepte, Technologien und Szenarien  <b>Sustainable industrial and energy system transformation</b> Key concepts, technologies and scenarios
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden kennen zentrale Grundlagen, Konzepte, Prozesse und Technologien der Transformation zu einer klimaneutralen und ressourcenschonenden Grundstoffindustrie. Sie gewinnen ein Bewusstsein für die Relevanz zentraler Stoffkreisläufe und (Grundstoff-)Industrien für die Energiewende und eine nachhaltige Entwicklung.</p> <p>Sie erarbeiten die energiesystemische Einbettung der Transformation der Grundstoffindustrie und kennen zentrale Szenariostudien zur Energiewende. Sie kennen zentrale Aspekte der Einbindung der Grundstoffindustrie in globale Stoffkreisläufe.</p> <p>Die Studierenden erarbeiten anhand ausgewählter Stoffkreisläufe eine systemische Perspektive auf die Zusammenhänge von Materialeinsatz und Recycling, Energiesystemtransformation und Elektrifizierung sowie Innovation und technologischem Wandel in der Grundstoffindustrie und erkennen zentrale technisch-ökonomische Herausforderungen einer nachhaltigen Transformation.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VLmP (1 SWS), HS (1 SWS)
Lehrinhalte	<p>Themen:</p> <p>Grundlagen der Energie- und Industriesystemanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nationale und internationale Energiesystemszenarien mit besonderem Fokus auf Industrie und Energiesystem</li> <li>• Methodische Grundlagen: Energiesystemmodellierung und Energiesystemszenarien, Life-Cycle-Analysen</li> <li>• Energie- und produktionsstatistische Grundlagen / Treibhausgasinventare</li> </ul> <p>Zentrale Technologien und Prozesse einer klimaneutralen und ressourcenschonenden Industrie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieeffizienzpotenziale in der Industrie (Querschnittstechnologien in der Industrie)</li> <li>• Disruptive Technologien für eine klimaneutrale Industrie (Stahlindustrie, Zementindustrie, Chemische Industrie, Aluminium- und Nichteisenmetallindustrie, Glasindustrie, Papierindustrie, Nahrungs- und Genussmittelindustrie...)</li> <li>• Materialeffizienz und Circular Economy für eine klimaneutrale Industrie</li> <li>• Veränderung industrieller Wertschöpfungsketten und Standortfaktoren im Zuge der Dekarbonisierung der Industrie (green leakage / renewables pull)</li> </ul> <p>Gekoppelte Energiesystemtransformation und Industrietransformation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herausforderungen der Elektrifizierung der Industrie</li> <li>• Perspektiven der Wasserstoffwirtschaft</li> <li>• Energieinfrastrukturen eines dekarbonisierten Energie- und Industriesystems</li> </ul> <p>Die Veranstaltung besteht aus einem inhaltlichen Basisprogramm, das ergänzt wird um fakultative Inhalte, aus denen Themen in Absprache mit den Studierenden in der Veranstaltung gewählt werden können.</p>

<b>Titel der Lehrveranstaltungen</b>	Industrietransformation und Energiewende
<b>Lehr- und Lernmethoden (Lehr- und Lernformen)</b>	Vorlesung, Seminar, Selbststudium, Gruppenarbeit, Vortrag und Ausarbeitung
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M. Sc. Maschinenbau, Vertiefungsrichtungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltige Werkstoffe und Fertigungsverfahren</li> <li>• Energietechnik und Umwelttechnik</li> <li>• Mensch – Organisation – Technik</li> <li>• Nachhaltige Fahrzeugtechnik</li> </ul> <p>M. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen</p> <p>M. Sc. Umweltingenieurwesen</p> <p>M. Sc. Nachhaltiges Wirtschaften</p> <p>M. Sc. RE2</p> <p>Additive Schlüsselkompetenz</p>
<b>Dauer des Angebotes des Moduls</b>	Ein Semester (Die erste Hälfte des Moduls ist als 2-stündige Vorlesung organisiert und schließt mit einer mündlichen Prüfung (ggf. in Kleingruppen) oder einer Klausur ab. Die zweite Hälfte ist als 2-stündiges Seminar mit Vorträgen der Studierenden sowie fakultativen inhaltlichen Ergänzungen organisiert.
<b>Häufigkeit des Angebotes des Moduls</b>	jährlich im Wintersemester
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Grundkenntnisse nationaler Energiesysteme und der Energiestatistik, Grundlagen der Systemanalyse, Szenariotechnik, Life-Cycle Analyse
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	
<b>Studentischer Arbeitsaufwand</b>	1 SWS VL (15 Std.), 1 SWS HS (15 Std.), Selbststudium (45 Std.), Schriftliche Ausarbeitung eines Vertiefungsthemas und Vorbereitung eines Vortrags (30 Std.)
<b>Studienleistungen</b>	Schriftliche Ausarbeitung eines Vertiefungsthemas (12 – 15 S.) und Vortrag (20 – 45 Minuten) im Rahmen des Seminarteils (als Kleingruppe)
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b>	
<b>Prüfungsleistung</b>	Prüfungsgespräch, ggf. in Kleingruppen (15 – 30 Minuten) oder Klausur (45 – 60 Min.) zum Abschluss des Vorlesungsteils am Ende der ersten Hälfte des Semesters
<b>Anzahl Credits für das Modul</b>	3 CP
<b>Lehreinheit</b>	Maschinenbau
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Stefan Lechtenböhmer
<b>Lehrende des Moduls</b>	Prof. Dr. Stefan Lechtenböhmer
<b>Medienformen</b>	Rechner und Beamer, vorlesungsbegleitende Unterlagen, ggf. Onlineapplikationen
<b>Literatur</b>	<p><b>Grundlage:</b></p> <p>Agora Energiewende und Wuppertal Institut (2019): Klimaneutrale Industrie: Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement. Berlin, November 2019. (<i>Ohne Teile D und E</i>), <a href="https://www.agora-">https://www.agora-</a></p>

	<p><a href="https://energiewende.de/fileadmin/Projekte/2018/Dekarbonisierung_Industrie/164_A-EW_Klimaneutrale-Industrie_Studie_WEB.pdf">energiewende.de/fileadmin/Projekte/2018/Dekarbonisierung_Industrie/164_A-EW_Klimaneutrale-Industrie_Studie_WEB.pdf</a></p> <p><b>Vertiefung:</b></p> <p>Lechtenböhmer S, Nilsson L.J., Åhman M., Schneider C: (2016): Decarbonising the energy intensive basic materials industry through electrification – implications for future EU electricity demand, Energy (2016), Volume 115, Part 3, 15 November 2016, Pages 1623-1631, doi: 10.1016/j.energy.2016.07.110</p> <p>Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020): Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität, <a href="https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2020/KNDE2050/A-EW_195_KNDE_Langfassung_DE_WEB.pdf">https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2020/KNDE2050/A-EW_195_KNDE_Langfassung_DE_WEB.pdf</a></p> <p>Bataille, C., Åhman, C., Neuhoff, K., Nilsson, L.J., Fischedick, M., Lechtenböhmer, S., Solano-Rodríguez, B., Denis-Ryan, A., Stiebert, S., Waismann, H. Sartor, O., Rahbar, S. (2018): A review of technology and policy deep decarbonization pathway options for making energy-intensive industry production consistent with the Paris Agreement, Journal of Cleaner Production 187 (2018) 960-973 DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.03.107</p> <p>Agora Energiewende (Hrsg.) (2020): Breakthrough Strategies for Climate-Neutral Industry in Europe – Policy and Technology Pathways for Raising EU Climate Ambition, Summary; <a href="https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2020/2020_10_Clean_Industry_Package/A-EW_197_Strategies-Climate-Neutral-Industry-EU_Summary_WEB.pdf">https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2020/2020_10_Clean_Industry_Package/A-EW_197_Strategies-Climate-Neutral-Industry-EU_Summary_WEB.pdf</a></p>
--	---

### M3.17 Transformative Industriepolitik und Energiewende

<b>Nummer/Code</b>	
<b>Modulname</b>	<b>Transformative Industriepolitik und Energiewende</b> Politikansätze und geopolitische Aspekte  Transformative Industrial Policy and Energy Transition Policy approaches and geopolitical aspects
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden kennen wesentliche Grundlagen, Konzepte und Technologien der Transformation zu einer klimaneutralen und ressourcenschonenden Grundstoffindustrie. Sie gewinnen ein Bewusstsein für die Einbettung einer transformativen Industriepolitik in größere innovations-, klima-, energie- und geopolitische Zusammenhänge.</p> <p>Sie erarbeiten Grundzüge zentraler aktueller Politikansätze einer europäischen nachhaltigen Industrie- und Energiepolitik und sind in der Lage diese im Kontext der Herausforderungen der Industrietransformation zu einzuordnen.</p> <p>Die Studierenden können die Industrietransformation in ausgewählte entwicklungs- und geopolitische Kontexte einordnen.</p>
<b>Lehrveranstaltungsarten</b>	VLmP (1 SWS), HS (1 SWS)
<b>Lehrinhalte</b>	<p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen, Konzepte, Technologien und Szenarien der Transformation zu einer klimaneutralen Industrie</li> <li>• Innovationstheoretische Ansätze der Industrietransformation</li> <li>• Politikansätze für die Transformation zu einer klimaneutralen und ressourcenleichten Industrie</li> <li>• Konzeption und Umsetzungsstand des Fit for 55-Pakets und des Clean Industry Pakets der EU sowie nationale Implementierung in Deutschland</li> <li>• Der Inflation Reduction Act der USA und seine Relevanz für die Industrietransformation</li> <li>• Industrietransformation als Chance für Entwicklung (Mena, Nigeria, Namibia, Südafrika)</li> <li>• Geopolitische Aspekte der Industrietransformation</li> <li>• Industrietransformation und globale Klimapolitik</li> </ul> <p>Die Veranstaltung besteht aus einem inhaltlichen Basisprogramm, das ergänzt wird um fakultative Inhalte, aus denen Themen in Absprache mit den Studierenden in der Veranstaltung gewählt werden können.</p>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen</b>	Transformative Industriepolitik Politikansätze und geopolitische Aspekte
<b>Lehr- und Lernmethoden (Lehr- und Lernformen)</b>	Vorlesung, Seminar, Selbststudium, Gruppenarbeit
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M. Sc. Maschinenbau, Vertiefungsrichtungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltige Werkstoffe und Fertigungsverfahren</li> <li>• Energietechnik und Umwelttechnik</li> <li>• Mensch – Organisation – Technik</li> <li>• Nachhaltige Fahrzeugtechnik</li> </ul>

	M. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen M. Sc. Umweltingenieurwesen M. Sc. Nachhaltiges Wirtschaften M. Sc. RE2 Additive Schlüsselkompetenz
<b>Dauer des Angebotes des Moduls</b>	Ein Semester (Die erste Hälfte des Moduls ist als 2-stündige Vorlesung organisiert und schließt mit einer mündlichen Prüfung (ggf. in Kleingruppen) oder einer Klausur ab. Die zweite Hälfte ist als 2-stündiges Seminar mit Vorträgen der Studierenden sowie fakultativen inhaltlichen Ergänzungen organisiert.
<b>Häufigkeit des Angebotes des Moduls</b>	jährlich im Wintersemester
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Grundkenntnisse nationaler Energiesysteme und der Energiestatistik, Grundlagen der Systemanalyse, Szenariotechnik, Life-Cycle Analyse, Die Vorlesung ergänzt die Inhalte der Veranstaltung Industrietransformation und Energiewende - Grundlagen, Konzepte, Technologien und Szenarien, eine Kombination beider Veranstaltungen ist daher empfehlenswert aber nicht notwendig
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	
<b>Studentischer Arbeitsaufwand</b>	1 SWS VL (15 Std.), 1 SWS HS (15 Std.), Selbststudium (45 Std.), Schriftliche Ausarbeitung eines Vertiefungsthemas und Vorbereitung eines Vortrags (30 Std.)
<b>Studienleistungen</b>	Schriftliche Ausarbeitung eines Vertiefungsthemas (12 – 15 S.) und Vortrag (20 – 45 Minuten) im Rahmen des Seminariums (als Kleingruppe)
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b>	
<b>Prüfungsleistung</b>	Prüfungsgespräch, ggf. in Kleingruppen (15 – 30 Minuten) oder Klausur (45 – 60 Min.) zum Abschluss des Vorlesungsteils am Ende der ersten Hälfte des Semesters
<b>Anzahl Credits für das Modul</b>	3 CP
<b>Lehreinheit</b>	Maschinenbau
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Stefan Lechtenböhmer
<b>Lehrende des Moduls</b>	Prof. Dr. Stefan Lechtenböhmer
<b>Medienformen</b>	Rechner und Beamer, vorlesungsbegleitende Unterlagen, ggf. Onlineapplikationen
<b>Literatur</b>	<p><b>Grundlage:</b> Agora Energiewende und Wuppertal Institut (2019): Klimaneutrale Industrie: Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement. Berlin, November 2019. (Insbesondere Teile D und E), <a href="https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2018/Dekarbonisierung_Industrie/164_A-EW_Klimaneutrale-Industrie_Studie_WEB.pdf">https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2018/Dekarbonisierung_Industrie/164_A-EW_Klimaneutrale-Industrie_Studie_WEB.pdf</a></p> <p><b>Vertiefung:</b> Bataille, C., Åhman, C., Neuhoff, K., Nilsson, L.J., Fischedick, M., Lechtenböhmer, S., Solano-Rodríguez, B., Denis-Ryan, A., Stieber, S., Waisman, H. Sartor, O., Rahbar, S. (2018): A review of technology</p>

	<p>and policy deep decarbonization pathway options for making energy-intensive industry production consistent with the Paris Agreement, <i>Journal of Cleaner Production</i> 187 (2018) 960–973 DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.03.107</p> <p>Goldthau, A., Westphal K. et al. (2019): How the energy transition will reshape geopolitics, comment, <i>Nature</i>, Vol 569, 2MAY2019, p 29–31,</p> <p>Hermille, L., Lechtenböhmer, S. (2022): A climate club to decarbonize the global steel industry, comment, <i>Nature</i>, <a href="https://www.nature.com/articles/s41558-022-01383-9.epdf?sharing_token=HjVFkNfPZXtRTgIGFixWrtRgN0jAjWeI9jnR3ZoTv0N6DSSdRNe2sJd3odQbPpUqB3s-7XJIHXQOW-Q4FPukJqcL58h_AzCB8xDdXz2zVWBj5ekouqXsY4zqfnZpJ2xNV4wuQHGk5TvVhgyyAzzQw9PS5nxEFjx2_cF8V85dmY=">https://www.nature.com/articles/s41558-022-01383-9.epdf?sharing_token=HjVFkNfPZXtRTgIGFixWrtRgN0jAjWeI9jnR3ZoTv0N6DSSdRNe2sJd3odQbPpUqB3s-7XJIHXQOW-Q4FPukJqcL58h_AzCB8xDdXz2zVWBj5ekouqXsY4zqfnZpJ2xNV4wuQHGk5TvVhgyyAzzQw9PS5nxEFjx2_cF8V85dmY=</a>, <a href="https://doi.org/10.1038/s41558-022-01383-9">https://doi.org/10.1038/s41558-022-01383-9</a></p> <p>Nilsson, L. J., Ahman, M., Bauer, F., Johansson, B., van Sluisveld, M., Vogl, V., Andersson, F. N. G., Bataille, C., de la Rue du Can, S., Hansen, T., Lechtenböhmer, S., Schiro, D. (2021): An industrial policy framework for transforming energy and emissions intensive industries towards zero emissions", <i>Climate Policy</i>, 2021, Vol. 21, No. 8, 1053–1065 DOI: 10.1080/14693062.2021.1957665</p> <p>Wesseling, J.H., Lechtenböhmer, S., Åhman, M., Nilsson, L.J., Worrell, E., Coenen, L. (2017): The transition of energy intensive processing industries towards deep decarbonization: Characteristics and implications for future research, <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> 79 (2017) 1303–1313, <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.156">http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.156</a></p>
--	---

### M3.18 Qualitative Szenarioanalyse mit der Cross-Impact-Bilanzanalyse

<b>Nummer/Code</b>	
<b>Modulname</b>	Qualitative Szenarioanalyse mit der Cross-Impact-Bilanzanalyse
<b>Art des Moduls</b>	
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden kennen zentrale Grundlagen der Szenarioanalyse und der Zukunftsorschung und verstehen wichtige Einsatzkontexte der Methodik. Sie wenden mit der Cross-Impact-Bilanzanalyse eine zentrale qualitative Szenario-Methode an, um ein im Seminar gewähltes Thema in Gruppenarbeit zu analysieren. Sie verstehen grundlegende Aspekte der Erstellung von Szenarien und reflektieren insbesondere die Bedeutung von Konsistenz für die Erstellung von Zukunftsanalysen bzw. Szenarien. Darüber hinaus reflektieren sie die Möglichkeiten und Grenzen der Methodik.
<b>Lehrveranstaltungsarten</b>	HS (2 SWS)
<b>Lehrinhalte</b>	Grundlagen und zentrale Anwendungsfelder der Szenarioanalyse und der Zukunftsorschung Szenarioanalysen in der Energiesystemtransformation Grundlagen der Cross-Impact Bilanzanalyse Anwendung der Cross-Impact Bilanzanalyse an einem konkreten Beispiel Reflexion der Methode sowie ihrer Chancen und Grenzen
<b>Titel der Lehrveranstaltungen</b>	Qualitative Szenarioanalyse mit der Cross-impact-Bilanzanalyse
<b>Lehr- und Lernmethoden (Lehr- und Lernformen)</b>	Seminar, aktive Teilnahme an der Szenarioerstellung und den Diskussionen im Seminar, Vorbereitung von thematischen Inputs
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M. Sc. Maschinenbau, Vertiefungsrichtungen: <ul style="list-style-type: none"><li>• Nachhaltige Werkstoffe und Fertigungsverfahren</li><li>• Energietechnik und Umwelttechnik</li><li>• Mensch – Organisation – Technik</li><li>• Nachhaltige Fahrzeugtechnik</li></ul> M. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen M. Sc. Umweltingenieurwesen M. Sc. Nachhaltiges Wirtschaften M. Sc. RE2 Additive Schlüsselkompetenz
<b>Dauer des Angebotes des Moduls</b>	fortlaufend
<b>Häufigkeit des Angebotes des Moduls</b>	Im Sommersemester als Blockseminar mit Vorbereitungstermin während der Vorlesungszeit.
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Interesse an aktuellen Fragenstellungen der Industrie- und Energiesystemtransformation sowie an Szenarien und Zukunftsorschung
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	
<b>Studentischer Arbeitsaufwand</b>	2 SWS HS (20 Std.), Selbststudium (45 Std.), Vorbereitung eines thematischen Inputs, Präsentation und Verschriftlichung (45 Std.)
<b>Studienleistungen</b>	Begleitendes Selbststudium

<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b>	Ausarbeitung eines Vortragthemas und Abgabe einer Inhaltsangabe des geplanten Vortrags sowie eines Entwurfs der Folien
<b>Prüfungsleistung</b>	Vortrag und Diskussion oder mündliche Prüfung oder schriftliche Ausarbeitung
<b>Anzahl Credits für das Modul</b>	3 CP
<b>Lehreinheit</b>	Maschinenbau
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Stefan Lechtenböhmer
<b>Lehrende des Moduls</b>	Prof. Dr. Stefan Lechtenböhmer, Dr. Clemens Schneider, Dr. Anna Schomberg, Prof. Dr. Franziska Hoffart
<b>Medienformen</b>	Rechner und Beamer
<b>Literatur</b>	Weimer-Jehle, W. (2023): Einführung in die CrossImpact-Bilanzanalyse (CIB) Wege zur qualitativen System- und Szenarioanalyse, Springer; 658-41497-9 (eBook) <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-658-41497-9">https://doi.org/10.1007/978-3-658-41497-9</a> (insbesondere Kapitel 1 bis 3)

### M3.19 Spezielle Fragen der Industrie- und Energiesystemtransformation

<b>Nummer/Code</b>	
<b>Modulname</b>	Spezielle Fragen der Industrie- und Energiesystemtransformation
<b>Art des Moduls</b>	
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis ausgewählter systemischer Problemstellungen aus dem Feld der Industrie- und Energiesystemtransformation.</p> <p>Sie haben einen Überblick über aktuell diskutierte Fragen und Herausforderungen der Industrie- und Energiesystemtransformation im Kontext aktueller energie-, industrie-, klima-, entwicklungs- und geopolitischer Diskussionsstränge.</p> <p>Die Veranstaltung wird in Kooperation mit dem Institut für Umwelt- und Energiesystemstudien der Universität Lund (Schweden) durchgeführt.</p>
<b>Lehrveranstaltungsarten</b>	HS (2 SWS)
<b>Lehrinhalte</b>	Die Lehrinhalte orientieren sich an den konkreten Interessen der Teilnehmenden. Es werden aktuelle technische, systemische und politische Fragen der Industrietransformation sowie energiewirtschaftliche und klimapolitische Fragestellungen vorgestellt und diskutiert.
<b>Titel der Lehrveranstaltungen</b>	Spezielle Fragen der Industrie- und Energiesystemtransformation
<b>Lehr- und Lernmethoden (Lehr- und Lernformen)</b>	Seminar, aktive Teilnahme an den Diskussionen im Seminar, Vorbereitung von thematischen Inputs, kritisch konstruktive Diskussion von Diskussionsinputs als Opponent:in, ggf. Erstellung von Syntheseberichten zu spezifischen Themen
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M. Sc. Maschinenbau, Vertiefungsrichtungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltige Werkstoffe und Fertigungsverfahren</li> <li>• Energietechnik und Umwelttechnik</li> <li>• Mensch – Organisation – Technik</li> <li>• Nachhaltige Fahrzeugtechnik</li> </ul> <p>M. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen</p> <p>M. Sc. Umweltingenieurwesen</p> <p>M. Sc. Nachhaltiges Wirtschaften</p> <p>M. Sc. RE2</p> <p>Additive Schlüsselkompetenz</p>
<b>Dauer des Angebotes des Moduls</b>	fortlaufend
<b>Häufigkeit des Angebotes des Moduls</b>	Im Sommersemester als Blockseminar mit Vorbereitungstermin (das Blockseminar findet ggf. in Schweden statt.)
<b>Sprache</b>	Deutsch oder englisch
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	<p>Interesse an aktuellen Fragen der Industrie- und Energiesystemtransformation</p> <p>Erfolgreiche Teilnahme an mindestens einer der Veranstaltungen des Fachgebiets Sustec, insbesondere: Transformative Industriepolitik und Energiewende, Industrietransformation und Energiewende, Nachhaltiges Ressourcenmanagement, Methoden der Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit</p>

	Die Veranstaltung wird insbesondere empfohlen für Studierende, die sich für eine Masterarbeit oder eine Promotion zu den Themen des Fachgebiets interessieren.
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	
<b>Studentischer Arbeitsaufwand</b>	2 SWS HS (20 Std.), Selbststudium (45 Std.), Vorbereitung eines Vortrags und Vorbereitung sowie Leitung einer Diskussion (45 Std.)
<b>Studienleistungen</b>	Begleitendes Selbststudium
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b>	Ausarbeitung eines Vortragthemas und Abgabe einer Inhaltsangabe des geplanten Vortrags sowie eines Entwurfs der Folien
<b>Prüfungsleistung</b>	Vortrag und Diskussion, ggf. mündliche Prüfung
<b>Anzahl Credits für das Modul</b>	3 CP
<b>Lehreinheit</b>	Maschinenbau
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Stefan Lechtenböhmer
<b>Lehrende des Moduls</b>	Prof. Dr. Stefan Lechtenböhmer, Dr. Clemens Schneider, Dr. Anna Schomberg, Prof. Dr. Franziska Hoffart, (externe) Doktorand:innen des Fachgebiets, Lehrende der Universität Lund
<b>Medienformen</b>	Rechner und Beamer
<b>Literatur</b>	Wird im Seminar jeweils aktuell bekannt gegeben.

## M3.20 Der Wandel zur klimaneutralen Produktion und seine internationale Dimension

<b>Nummer/Code</b>	
<b>Modulname</b>	Der Wandel zur klimaneutralen Produktion und seine internationale Dimension
<b>Art des Moduls</b>	Seminar
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele</b>	Über die Lektüre einschlägiger Artikel und ihre Diskussion im Seminar lernen die Studierenden die Einbettung der Grundstoffindustrien in verschiedene internationale Kontexte sowie Konzepte verschiedener Disziplinen für ihre Analyse kennen. In einer Studienarbeit werden die gewonnenen Erkenntnisse für die Erstellung eines Konzeptpapiers angewendet, das je nach Studienrichtung und Interessenschwerpunkt ein Steuerungsproblem in den Bereichen Nachhaltiges Wirtschaften/supply chain management oder Industrie- bzw. Ressourcenpolitik adressiert.
<b>Lehrveranstaltungsarten</b>	HS (2 SWS)
<b>Lehrinhalte</b>	<p>Die Grundstoffindustrie und damit die materielle Grundlage unserer meisten Alltagsprodukte steht vor einem tiefgreifenden Wandel auf dem Weg zur Klimaneutralität. Nicht nur die in den Prozessen benötigte Energie muss klimaneutral bereitgestellt werden (Energiewende), sondern auch die Rohstoffbasis sollte möglichst ohne fossile Rohstoffe auskommen. Industrien wie die Stahlindustrie und die chemische Industrie werden insbesondere in Deutschland als strategische Industrien wahrgenommen, die als Ausgangspunkt wichtiger Wertschöpfungsketten im Land gehalten werden sollen, um einerseits weniger politisch erpressbar zu sein, andererseits aber auch um ein industrielles „Ökosystem“ zu bewahren, in dem materialwissenschaftliche Innovationen durch räumliche Nähe der Glieder der Wertschöpfungskette erleichtert werden. Ungeachtet dessen sind diese Industrien typischerweise auch heute in weltweite Lieferketten eingebunden und stehen im internationalen Wettbewerb.</p> <p>In Bezug auf die Transformation dieser Industrien in Richtung Klimaneutralität stellen sich verschiedene Fragen im Hinblick auf eine umfassendere nachhaltige Entwicklung:</p> <p>(1) Werden sich die Handels- und Lieferbeziehungen ändern und welche Risiken und Chancen wären hiermit verbunden?</p> <p>(2) Wie ist der Wandel für die EU und ihre Mitgliedsstaaten handels- und industriepolitisch gestaltbar?</p> <p>(3) Welche Interessen haben unterschiedliche Unternehmensakteure und welche Möglichkeiten haben sie zur strategischen Positionierung?</p> <p>(4) Entstehen neue Chancen für Länder des globalen Südens für eine größere Partizipation an Wertschöpfungsketten und wie kann sich dies auf lokale Märkte und Gesellschaften auswirken?</p> <p>Diese Fragen stellen sich zunehmend für Unternehmensakteure im Rahmen des sustainable supply chain management (SSCM), aber genauso auch für Politik und Verwaltung sowie zivilgesellschaftliche Akteure. Zur</p>

	<p>Beantwortung bietet das Seminar Ansätze verschiedener Disziplinen wie der Ökonomie, Politikwissenschaft und der Ingenieurwissenschaften.</p> <p>Das Seminar richtet sich an Studierende mit Interesse an sustainable supply chains, der politischen Gestaltung globaler Wertschöpfungsketten, Ressourcenpolitik sowie an strategischer Technologiebewertung im Bereich der Grundstoffindustrien.</p>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen</b>	Der Wandel zur klimaneutralen Produktion und seine internationale Dimension
<b>Lehr- und Lernmethoden (Lehr- und Lernformen)</b>	Seminar, aktive Teilnahme an den Diskussionen im Seminar, Vorbereitung von Inputs
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M. Sc. Maschinenbau, Vertiefungsrichtungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltige Werkstoffe und Fertigungsverfahren</li> <li>• Energietechnik und Umwelttechnik</li> <li>• Mensch – Organisation – Technik</li> <li>• Nachhaltige Fahrzeugtechnik</li> </ul> <p>M. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen</p> <p>M. Sc. Umweltingenieurwesen</p> <p>M. Sc. Nachhaltiges Wirtschaften</p> <p>M. Sc. RE2</p> <p>Additive Schlüsselkompetenz</p>
<b>Dauer des Angebotes des Moduls</b>	Fortlaufend
<b>Häufigkeit des Angebotes des Moduls</b>	Jährlich im Sommersemester
<b>Sprache</b>	Deutsch oder englisch
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	<p>Das Seminar ist interdisziplinär angelegt. Empfohlen werden Vorkenntnisse in <b>mindestens einem</b> der folgenden Themenfelder:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrietransformation</li> <li>• Industriepolitik</li> <li>• Sustainable supply chain management</li> <li>• Geopolitik und Ressourcenpolitik</li> </ul>
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	
<b>Studentischer Arbeitsaufwand</b>	2 SWS HS (30 Std.), Selbststudium (45 Std.)
<b>Studienleistungen</b>	Begleitendes Selbststudium
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b>	
<b>Prüfungsleistung</b>	Seminararbeit
<b>Anzahl Credits für das Modul</b>	3 CP
<b>Lehreinheit</b>	Maschinenbau
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Stefan Lechtenböhmer
<b>Lehrende des Moduls</b>	Dr. Clemens Schneider, Prof. Dr. Stefan Lechtenböhmer
<b>Medienformen</b>	Rechner und Beamer, Flipcharts

<b>Literatur</b>	<p>Einführende Literatur:</p> <p>Bataille, C. et al. (2018): 'A review of technology and policy deep decarbonization pathway options for making energy-intensive industry production consistent with the Paris Agreement', <i>Journal of Cleaner Production</i>, 187, pp. 960–973. Available at: <a href="https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.107">https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.107</a></p> <p>Day, C. J. (2022) 'Why industrial location matters in a low-carbon economy', <i>Structural Change and Economic Dynamics</i>, 63, pp. 283–292. Available at: <a href="https://doi.org/10.1016/j.strueco.2022.10.004">https://doi.org/10.1016/j.strueco.2022.10.004</a>.</p> <p>Tooze, A. (2024): The storytelling of industrial policy in Europe and the United States. Available at: <a href="https://geopolitique.eu/en/articles/the-storytelling-of-industrial-policy-in-the-united-states/">https://geopolitique.eu/en/articles/the-storytelling-of-industrial-policy-in-the-united-states/</a></p> <p>Weitere Literatur wird zu Beginn des Seminars bekanntgegeben.</p>
------------------	---

### M3.21 Quantitative Energiesystemanalyse in Theorie und Praxis

<b>Nummer/Code</b>	
<b>Modulname</b>	Quantitative Energiesystemanalyse in Theorie und Praxis
<b>Art des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden haben einen Überblick über aktuelle Fragestellungen und Instrumente der Energiesystemanalyse nationaler und internationaler Energiesysteme, sie kennen den Aufbau und die Implementierung wichtiger Energiesystemmodelle. Sie bearbeiten eigenständig ein abgegrenztes Anwendungsbeispiel im Kontext der quantitativen Energiesystemmodellierung und Szenarioerstellung..
<b>Lehrveranstaltungsarten</b>	VLmP (1 SWS), HS (1 SWS), Die Veranstaltung findet als Blockveranstaltung mit Vorbereitungssitzung statt (Termin n.V.)
<b>Lehrinhalte</b>	<p>Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzeptionelle Grundlagen der Energiesystem- und Szenariomodellierung</li> <li>• Übersicht über und Funktion wichtiger Energiesystemmodelle</li> <li>• Durchführung eigenständiger Szenariomodellierungen zur Beantwortung selbst gestellter Forschungsfragen</li> </ul> <p>Die Veranstaltung besteht aus einem inhaltlichen Basisprogramm, das ergänzt wird, um fakultative Inhalte, aus denen Themen in Absprache mit den Studierenden in der Veranstaltung gewählt werden können.</p>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen</b>	Quantitative Energiesystemanalyse in Theorie und Praxis
<b>Lehr- und Lernmethoden (Lehr- und Lernformen)</b>	Blockseminar. Im Seminar wird an praktischen Modellierungsproblemen gearbeitet. Die Ergebnisse der Arbeiten werden im Seminar vorgestellt und diskutiert.
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M. Sc. Maschinenbau, Vertiefungsrichtungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltige Werkstoffe und Fertigungsverfahren</li> <li>• Energietechnik und Umwelttechnik</li> <li>• Mensch – Organisation – Technik</li> <li>• Nachhaltige Fahrzeugtechnik</li> </ul> <p>M. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen</p> <p>M. Sc. Umweltingenieurwesen</p> <p>M. Sc. Nachhaltiges Wirtschaften</p> <p>M. Sc. RE2</p> <p>Additive Schlüsselkompetenz</p>
<b>Dauer des Angebotes des Moduls</b>	Ein Semester, Seminar mit Vorträgen der Studierenden sowie fakultativen inhaltlichen Ergänzungen.
<b>Häufigkeit des Angebotes des Moduls</b>	jährlich im Sommersemester
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch (wird zu Beginn der Veranstaltung festgelegt)
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	<p>Grundkenntnisse nationaler Energiesysteme und der Energiestatistik, Grundlagen der Systemanalyse, Szenariotechnik, Life-Cycle Analyse</p> <p>Gute Kenntnisse in MS-Excel</p> <p>Grundkenntnisse in Programmierung</p> <p>Besuch der Veranstaltung Zukunftsforschung und der Szenariotechnik – Grundlagen, wird empfohlen ist aber nicht Voraussetzung.</p>

<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	
<b>Studentischer Arbeitsaufwand</b>	2 SWS VL/Sem (30 Std.) Selbststudium (45 Std) eigenständige Bearbeitung eines Energiesystem-Modellierungsproblems, allein oder in Kleingruppe (30 Std.)
<b>Studienleistungen</b>	Modellierungsarbeit inkl. Kurzdokumentation im Rahmen des Seminars (ggf. als Kleingruppe)
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b>	
<b>Prüfungsleistung</b>	Präsentation und Diskussion der Modellierungsaufgabe
<b>Anzahl Credits für das Modul</b>	3 CP
<b>Lehreinheit</b>	Maschinenbau
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Clemens Schneider, Prof. Dr. Stefan Lechtenböhmer, Dr. Franziska Hoffart
<b>Lehrende des Moduls</b>	Dr. Clemens Schneider, Prof. Dr. Stefan Lechtenböhmer, Dr. Franziska Hoffart
<b>Medienformen</b>	Rechner und Beamer, vorlesungsbegleitende Unterlagen, ggf. Onlineapplikationen
<b>Literatur</b>	<p><b>Grundlage:</b></p> <p>Börjeson, L. et al. (2006) Scenario types and techniques: Towards a user's guide, <i>Futures</i> 38 (2006) 723–739</p> <p>Dieckhoff, C. et al. (2014): Zur Interpretation von Energieszenarien, acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, Union der deutschen Akademien der Wissenschaften, ISBN: 978-3-9817048-1-5</p> <p>Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekanntgegeben.</p>

## M4 Fachübergreifende Methoden und Inhalte

Die Studierenden lernen unabhängig von ihren gewählten Schwerpunkten fachübergreifende Methoden und Inhalte kennen, die über die fachspezifischen Kompetenzen der gewählten Schwerpunkte hinausgehen. Sie können diese Methoden und Inhalte sowohl in ihrer Theorie erklären, als auch praktisch anwenden.

Die fachübergreifenden Methoden und Inhalte sollen die Studienschwerpunkte insbesondere unter forschungsorientierten Gesichtspunkten ergänzen.

In den Ergänzungsbereichen „Umweltingenieurwesen“ und „Fachübergreifende Methoden und Inhalte“ sind Module im Umfang von 18 Credits zu belegen. Dabei müssen jeweils mindestens 6 Credits in einem der beiden Bereiche gewählt werden. Die übrigen 6 Credits können frei aufgeteilt werden.

Folgende Module können gewählt werden:

- GIS Erweiterungskurs für Umweltingenieure und Bauingenieure (3 C)
- Modellbildung und Simulation mit System Dynamics – Ökologische Bewertung dynamischer Systeme I + II (6 C)
- Modellierung und Simulation: Analyse kontinuierlicher Systeme (6 C)
- Parameter der Nachhaltigkeit – Stoffliche und energetische Ressourcen (3 C)
- Simulation und Steuerung von Produktions- und Energiesystemen (6 C)
- Strömungsmesstechnik (6 C)
- Wärmeübertragung II (6C)
- Datenmodelle und Validierung (6 C)

## M4.1 GIS Erweiterungskurs für Umweltingenieure und Bauingenieure

Nummer/Code	
Modulname	GIS Erweiterungskurs für Umweltingenieure und Bauingenieure
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>In der Lehrveranstaltung werden grundlegende Vorgehensweisen eingeführt. Es steht viel Freiraum das individuelle ausprobieren, auch bei eigenen Fragestellungen aus Projekten etc. zur Verfügung.</p> <p>Kurs ist auf 18 Teilnehmer begrenzt</p>
Lehrveranstaltungsarten	S, Ü (2 SWS)
Lehrinhalte	Geographische Informationssysteme beinhalten heute leistungsfähige Kartengestaltungswerzeuge, die es erlauben, nicht nur aussagekräftige, sondern auch graphisch und ästhetisch anspruchsvolle Karten zu erzeugen. Die Verwendung selbst gestalteter Punktsymbole und die Entwicklung komplexer Flächenfüllungen ist kein Problem mehr. Dies gilt sowohl für ArcGIS als auch für Quantum-GIS. Eine effektive Nutzung dieser Werkzeuge erfordert indes viel Erfahrung und Übung. Wenn man nicht aufpasst, sabotiert die graphische Gestaltung die inhaltliche Aussage.
Titel der Lehrveranstaltungen (Lehr-/ Lernformen)	GIS Erweiterungskurs
(Lehr-/ Lernformen)	Seminar und Übung
Verwendbarkeit des Moduls	u.a. Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Semester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	<p>GIS-Grundkurs</p> <p>Die Lehrveranstaltung wendet sich an Studierende mit grundlegenden GIS-Kenntnissen. Interessierte sollten entweder an einer einführenden GIS-Lehrveranstaltung teilgenommen oder auf anderem Wege Erfahrungen mit Geographischen Informationssystemen gesammelt haben.</p>
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Hausarbeit (5 Stunden)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Dipl.-Ing. M. Sc. Jens Eligehausen (FB 6)
Lehrende des Moduls	Dipl.-Ing. M. Sc. Jens Eligehausen (FB 6)
Medienformen	GIS-Software
Literatur	wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben

## M4.2 Modellbildung und Simulation mit System Dynamics – Ökologische Bewertung dynamischer Systeme I + II

Nummer/Code	
Modulname	<b>Modellbildung und Simulation mit System Dynamics – Ökologische Bewertung dynamischer Systeme I + II</b>
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden verfügen über das grundlegen Wissen zu Modellen und Systemen. Sie kennen den Ansatz der Modellbildung und Simulation komplexer dynamischer Systeme. Sie können dynamische Problemstellungen erkennen, erfassen und lösbar gestalten. Dies umfasst die Systembeschreibung, die Darstellung der Ursache-Wirkungszusammenhänge und Rückkopplungen, die Erstellung von Flussdiagrammen als System-Dynamics (SD) Modelle sowie die Diskussion der Simulationsergebnisse. Sie sind in der Lage, ausgewählte Problemstellungen dynamischer Systeme und der ökologischen Bewertung mit einer SD-Software zu modellieren, zu simulieren und die Ergebnisse zu interpretieren.
Lehrveranstaltungsarten	Teil I: Vorlesung (VL), 2 SWS  Teil II: Seminar (SE), 2 SWS
Lehrinhalte	<p>In der Vorlesung (VL) wird das notwendige theoretische Wissen zur Anwendung der Methodik von SD vermittelt. Eingebettet in den theoretischen Hintergrund werden die Grundlagen für die Modellbildung und Simulation mittels einer SD-Software erarbeitet. Dabei werden insbesondere Beispiele aus dem Bereich ökologische Bewertung der Ressourcennutzung und der globalen Entwicklung betrachtet. Die Inhalte der Veranstaltung umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Systeme</li> <li>• Ansätze der Modellbildung</li> <li>• Verhalten dynamischer Systeme</li> <li>• Bestimmung von Rückkopplungen</li> <li>• Entwicklung von Ursache-Wirkungsgraphen</li> <li>• Simulationsverfahren</li> <li>• Flussdiagramme in System Dynamics</li> <li>• Einführung in SD-Softwarelösungen</li> <li>• Modellbildung und Simulation von Übungsbeispielen mit einer SD-Software</li> <li>• Einbindung von SD in die Ökobilanzierung (LCA) und das Driving, Pressure, State, Impact, Response (DPSIR)-Konzept</li> </ul> <p>Im Seminar (SE) wird das in der VL erworbene Wissen vertieft und angewandt. Die Studierenden erhalten eine Einführung in eine SD-Softwarelösungen. Zu einem ausgewählten Thema erstellen sie eigene Modelle, führen selbständig Berechnungen und Simulationen durch und dokumentieren die Ergebnisse.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Modellbildung und Simulation mit System Dynamics: Ökologische Bewertung dynamischer Systeme I: SysDyna-Grundlagen

	Modellbildung und Simulation mit System Dynamics: Ökologische Bewertung dynamischer Systeme II: SysDyna–Anwendung
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Das Grundlagenwissen wird mittels ppt–Präsentationen vorgestellt. Die Modellbildung und Simulation der Übungs- und Anwendungsbeispiele erfolgt mit einer SD–Software am Rechner.
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Umweltingenieurwesen (M4 Fachübergreifende Methoden und Inhalte), RE2, Nachhaltiges Wirtschaften, Wirtschaftsingenieurwesen und Zertifikatsprogramm Umweltwissen des GradZ. Einzelne Studiengänge rechnen die Veranstaltung als Schlüsselqualifikation an.
Dauer des Angebotes des Moduls	
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Sommersemester
Sprache	Deutsch mit englischen Lehrmaterialien
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundlagen Nachhaltiges Ressourcenmanagement (VL im WiSe)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	SysDyna–Grundlagen Präsenzzeit: 2 SWS (26 Stunden) Selbststudium: 64 Stunden  SysDyna–Anwendung Präsenzzeit: 2 SWS (26 Stunden) Einzel-/Gruppenarbeit: 64 Stunden
Studienleistungen	eigenes SD–Modell inkl. Dokumentation (10 Seiten)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (60 min)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Dr.–Ing. Clemens Mostert, MBA
Lehrende des Moduls	Dr.–Ing. Clemens Mostert, MBA

Medienformen	Power Point Präsentationen und Übungsbeispielen werden auf Moodle eingestellt; individuelle Beratung bei Modellbildung und Simulation
Literatur	Ausgewählte Literatur wird in der Veranstaltung angegeben und über Moodle zur Verfügung gestellt.

### M4.3 Modellierung und Simulation: Analyse kontinuierlicher Systeme

Nummer/Code	
Modulname	Modellierung und Simulation: Analyse kontinuierlicher Systeme
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden verfügen über vertiefende Kenntnisse zur Herleitung und Analyse mathematischer Modelle zur Anwendung auf Apparate und Prozesse im Maschinenbau. Sie sind in der Lage, reale Problemstellungen zu modellieren, dabei sinnvolle Vereinfachungen zu erkennen und durch Simulationen Vorhersagen zu extrahieren. Modellbildung und Simulation ist eine Kernkompetenz eines Entwicklungingenieurs mit Masterabschluss.
Lehrveranstaltungsarten	VLmP 3 SWS, HÜ 1 SWS
Lehrinhalte	Einführung in die mathematische Modellbildung (Begriffe, Anwendungen, Herleitung und Analyse, Klassifizierung)  Kontinuierliche Modellierung und Simulation (gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, Lösungsverfahren, Identifikation)  Anwendungsfelder (Regelungs- und Automatisierungstechnik, Mehrkörpersysteme, Strömungsmechanik)
Titel der Lehrveranstaltungen	Modellierung und Simulation: Analyse kontinuierlicher Systeme
(Lehr-/ Lernformen)	Vortrag und Übungen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Maschinenbau und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Mathematik 4 (Numerische Mathematik für Ingenieure)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 3 SWS (45 Stunden), 1 SWS Übung (15 Stunden)  Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90–120 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Olaf Wünsch (FB 15)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Olaf Wünsch und andere
Medienformen	Folien
Literatur	Scherf, H.: Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme. Oldenbourg Verlag, München, 2007 Bungartz, S. et. Al.: Modellbildung und Simulation: Eine anwendungsorientierte Einführung. Springer, Berlin, 2009 Kahlert, J.: Simulation technischer Systeme. Vieweg, Wiesbaden, 2004 Ljung, L.: Systemidentification. PTR Prentice Hall, Upper Saddle River, 1999

## M4.4 Dekarbonisierung von Unternehmen

Nummer/Code	
Modulname	Dekarbonisierung von Unternehmen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	In diesem Modul erlernen die Studierenden die grundsätzliche Vorgehensweise zur Dekarbonisierung von Unternehmen. Anhand eines praktischen Beispiels wird im ersten Schritt die Treibhausgasbilanzierung eines Unternehmens und daraufhin Maßnahmen zur Dekarbonisierung erarbeitet. Die Maßnahmen betrachten die Bereiche der Energieeffizienz als auch Energieversorgungskonzepte (Strom, Wärme, Kälte). Darauf aufbauend wird dann ein Dekarbonisierungspfad aufgebaut und bewertet.. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, kleine Projektaufgaben eigenständig zu bearbeiten. Die Studierenden sind nach Absolvierung der Lehrveranstaltung in der Lage grundsätzlich die Maßnahmen zur Dekarbonisierung von Unternehmen aufzuzeigen.
Lehrveranstaltungsarten	VLmP 2 SWS Ü 2 SWS
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Klimaneutralität von Unternehmen</li> <li>• Grundlagen der Treibhausgasbilanzierung</li> <li>• Grundlagen zu Energieversorgungskonzepten und Energieeffizienz</li> <li>• Übungen zu den einzelnen Themenbereichen</li> <li>• Bearbeitung einer Projektaufgabe</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen (Lehr-/ Lernformen)	Dekarbonisierung von Unternehmen Vorlesung, Übung, Projektaufgaben
Verwendbarkeit des Moduls	u.a. Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	2 SWS VL (30 Std.) 2 SWS Ü (30 Std.) Selbststudium 120 Std.
Studienleistungen	

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Bearbeitung und Präsentation einer Projektaufgabe (ca. 20 h)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Mark Junge (FB 15)
Lehrende des Moduls	Prof. Mark Junge
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>• Junge; Energieeffizienz mit System – Auf dem Weg zur CO2-neutralen Fabrik, 2012, LOG_X (Verlag), ISBN: 978-3-932298-47-9</li><li>• Hesselbach: Energie- und klimaeffiziente Produktion – Grundlagen, Leitlinien und Praxisbeispiele, 2012, Springer, ISBN: 978-3-8348-9956-9</li><li>• Green House Gas Protocol</li><li>• DIN-ISO 14064-1</li></ul>

## M4.5 Strömungsmesstechnik

Nummer/Code	
Modulname	Strömungsmesstechnik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden verfügen über theoretische und praktische Kenntnisse zur Messung von Strömungsgrößen. Durch die LV erlangen die Studierenden die Fähigkeit, Strömungsgrößen in der Praxis messtechnisch zu erfassen. Messtechnische Kenntnisse für Strömungsprozesse sind für einen praktisch tätigen Maschinenbauer in vielen Arbeitsgebieten vorteilhaft.
Lehrveranstaltungsarten	VLmP 3 SWS, Ü 1 SWS, (Ex)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Strömungsmesstechnik</li> <li>• Mechanische Strömungs- und Durchflussmessung (Drucksonden, Drosselgeräte, Massenstrommesser, Schwebekörper)</li> <li>• Thermische Strömungsmessung (Grundlagen, Messsonden, Messschaltungen, Zeitverhalten)</li> <li>• Optische Messmethoden (PIV, LDA)</li> <li>• Rheometrie (Rotationsrheometer, Kapillarrheometer)</li> <li>• Strömungsvisualisierung (Lichtschnittverfahren, Farbmethode, Schlierentechnik)</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Strömungsmesstechnik
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung, Übungen, praktischer Anteil im Labor, Exkursion möglich
Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor- und Masterstudiengang Maschinenbau Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Modul Technische Mechanik 1–3 Modul Mathematik 1–3 Modul Strömungsmechanik 1
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	3 SWS VL (45 Std.), 1 SWS Ü (15 Std.), Selbststudium (120 Std.)
Studienleistungen	

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur 120 Min. oder mündliche Prüfung 45 Min.
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Olaf Wünsch (FB 15)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Olaf Wünsch (FB 15)
Medienformen	Folien
• Literatur	<p>Allgemein:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Eckelmann, Helmut: Einführung in die Strömungsmeßtechnik, Teubner-Verlag, Stuttgart, 1997</li><li>• Fiedler, Otto: Strömungs- und Durchflußmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag, München, 1992</li><li>• Nitsche, Wolfgang: Strömungsmesstechnik. Springer-Verlag, Berlin, 1994</li><li>• Bohl, W.: Technische Strömungslehre, Vogel-Verlag, Würzburg, 2002</li></ul> <p>Spezial:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bruun, H.H.: Hot-Wire Anemometry. Principles and Signal Analysis. Oxford Science Publications, 1995</li><li>• Raffel, M.; Willert, C.; Kompenhans, J.: Particle Image Velocimetry. Springer-Verlag, Berlin, 1998</li></ul>

## M4.6 Parameter der Nachhaltigkeit – Stoffliche und energetische Ressourcen

Nummer/Code	
Modulname	Parameter der Nachhaltigkeit – Stoffliche und energetische Ressourcen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Erwerb von Kenntnissen zu den Grundlagen und Parametern der Nachhaltigkeit (Ökologie, Ökonomie, Soziologie, Kultur). Die Lehrveranstaltung vermittelt eine ganzheitliche Sichtweise bezüglich stofflicher und energetischer Ressourcen, die während des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes den Nutzer und die Umwelt beeinflussen. Die StudentInnen lernen neben energetischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten die Ansätze der Verfahren zur stoff- und Ökobilanzierung kennen. Auf diesen Grundlagen basierend wird das Vermögen erworben, Neubau- und Sanierungskonzepte für Wohn- und Nichtwohngebäude aus dem Blickwinkel nachhaltiger Bauplanung zu entwickeln und zu bewerten.
Lehrveranstaltungsarten	VL (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Im Rahmen der Veranstaltung werden Themen behandelt, die Einfluss nehmen auf die ökologische, funktionale und technische Qualität von Gebäuden. Inhalte des Teilmoduls sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiebilanzierung, Energieressourcen, Energieversorgungsstrukturen</li> <li>• nachhaltige Entwicklung und Methoden der Umweltbewertung</li> <li>• Energiebilanzen bei Nichtwohngebäuden</li> <li>• thermische Behaglichkeit und Luftqualität</li> <li>• regenerative Energien auf Versorgungsebene</li> <li>• Stoffstrommanagement</li> <li>• integrative Wasserkonzepte</li> <li>• Konzept nachhaltiger Stadtentwicklung</li> <li>• Wirkung auf globale und lokale Umwelt (z.B. Treibhauspotential)</li> <li>• Ressourcen, Inanspruchnahme und Abfallaufkommen (z.B. Primärenergiebedarf)</li> <li>• Gesundheit und Behaglichkeit (z.B. thermischer Komfort im Winter und im Sommer)</li> <li>• Qualität der technischen Ausführung (z.B. Ausstattungsqualität der technischen Gebäudeausrüstung)</li> <li>• Qualität der Bewirtschaftung von Gebäuden (Gebäudemanagement)</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Parameter der Nachhaltigkeit – Stoffliche und energetische Ressourcen
(Lehr- / Lernformen)	Vortrag selbstgesteuertes Lernen, problembasiertes Lernen

Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Architektur und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Fachgespräch (15–30 min.) / mündliche Prüfung
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Anton Maas (FB 6)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Anton Maas, Prof. Dr.-Ing. Jens Knissel (FB 6)
Medienformen	
Literatur	<p>Hegger, M.; Fuchs, M.; Stark, Th.; Zeumer, M.: Energie-Atlas : Nachhaltige Architektur. Basel : Birkhäuser, 2008.</p> <p>Bauer, M.; Möslé, P.: Green building. München : Callwey, 2007.</p> <p>Eyerer, P.: Ganzheitliche Bilanzierung : Werkzeug zum Planen und Wirtschaften in Kreisläufen. Berlin : Springer, 1996.</p> <p>König, H. et al: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung – Grundlagen, Berechnung, Planungswerzeuge. München : Detail Green Books, 2009.</p> <p>Ebert, T., Eßig, N. und Hauser, G.: Zertifizierungssysteme für Gebäude. Nachhaltigkeit bewerten – Internationaler Systemvergleich – Zertifizierung und Ökonomie. München : Detail Green Books, 2010.</p>

## M4.7 Wärmeübertragung II

Nummer/Code	
Modulname	Wärmeübertragung II
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Studierende verfügen über Kenntnisse zur Darstellung von Mechanismen und zu Berechnungsverfahren zur Quantifizierung der Wärmeübertragung und des Druckverlusts in Verdampfern und Kondensatoren.
Lehrveranstaltungsarten	VL (3 SWS); Ü (1 SWS)
Lehrinhalte	Die Grundoperationen "Verdampfen" und "Kondensieren" spielen sowohl in der Energietechnik als auch in der Verfahrenstechnik eine herausragende Rolle. Es werden die Grundlagen der Verdampfung und der Verflüssigung von Reinstoffen und Gemischen vermittelt und Auslegungsverfahren für Verdampfer und Kondensatoren dargelegt. Die unterschiedlichen Formen der Kondensation (homogene Kondensation, Film- bzw. Tropfenkondensation) werden ebenso wie die verschiedenen Formen der Verdampfung (Behältersieden, Strömungssieden) sowie die zugehörigen Berechnungsgleichungen vorgestellt. Neben der Diskussion der zu Grunde liegenden Mechanismen (Stabilitätskriterien, Tropfen- bzw. Blasenbildungsmechanismen) werden ebenso Beispiele apparativer Gestaltung vorgestellt.
Titel der Lehrveranstaltungen	Wärmeübertragung II
(Lehr- / Lernformen)	V (3 SWS), Ü (10 Stunden)
Verwendbarkeit des Moduls	
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Thermodynamik I+II, Wärmeübertragung I
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 3 SWS Präsenzzeit (45 Stunden) Übung: 10 Stunden, Selbststudium 125 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	

Prüfungsleistung	mündl. Prüfung (30 min.) oder schriftl. Klausur (90 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Andrea Luke (FB 15)
Lehrende des Moduls	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Andrea Luke (FB 15)
Medienformen	
Literatur	VDI – Wärmeatlas; H.D. Baehr und K. Stephan: Wärme- und Stoffübertragung; K. Stephan: Wärmeübergang beim Kondensieren und beim Sieden.

## M4.8 Datenmodelle und Validierung

Nummer/Code	V Bau 3
Modulname	Datenmodelle und Validierung
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden sind in der Lage Datenmodelle zu prüfen und deren Anwendung und Grenzen zu bewerten. Sie können Datenmodelle mit eigenen Implementierungen analysieren, prüfen, verändern und erzeugen. Die Studierenden sind in der Lage die Tauglichkeit von standardisierten Datenmodellen des Bauwesens im Kontext unterschiedlicher Anwendungsfälle zu bewerten. Sie können geometrische Modelle unter Verwendung von Parametern entwerfen und die Grenzen unterschiedlicher Modelle einschätzen.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	Behandlung von Datenmodellierung, Datenmodellen und ihre Validierung für den Einsatz in allen Bereichen des Ingenieurwesens. Dazu gehören: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelltheorie</li> <li>• Validierung von Modellen</li> <li>• Datenbanken</li> <li>• Ontologien</li> <li>• Datenformate im Bauwesen</li> <li>• Geometrische Modelle</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Datenmodelle und Validierung
Lehr-/ Lernformen	Vorlesung mit integrierten Hörsaalübungen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen Masterstudiengang Umweltingenieurwesen Masterstudiengang Mobilität, Verkehr und Infrastruktur
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	Deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	LV Bauinformatik (Grundlagen der Informatik)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	

Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	schriftliche Ausarbeitung (max. 2–5 Seiten) und Kurzvortrag (5–10 Minuten),
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Projektarbeit (15–20 Seiten) und mündliche Prüfung (20 min)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Univ.–Prof. Dr.–Ing. Jakob Kirchner
Lehrende des Moduls	Univ.–Prof. Dr.–Ing. Jakob Kirchner
Medienformen	Tablet–PC/Beamer, Moodle–Kurs, Vorlesungsunterlagen
Literatur	Vorlesungsunterlagen, wird im Kurs bekannt gegeben

## M5 Mathematische Vertiefung

Innerhalb der „Mathematischen Vertiefung“ kann aus den folgenden Modulen im Umfang von 6 Credits gewählt werden:

- Numerische Mathematik für Ingenieure (6 C)
- Operations Research (6 C)
- Wissenschaftliches Programmieren mit Python und Geodaten (6 C)
- Datenmodelle und Validierung (6 C) – Modulbeschreibung siehe unter „Fachübergreifende Methoden und Inhalte“

### M5.1 Numerische Mathematik für Ingenieure

Nummer/Code	
Modulname	Numerische Mathematik für Ingenieure
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden sind in der Lage, die mathematische Fachsprache angemessen zu verwenden.</p> <p>Die Studierenden verfügen über ein sachgerechtes, flexibles und kritisches Umgehen mit grundlegenden mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren und Algorithmen zur Lösung mathematischer Probleme.</p> <p>Die Studierenden können Inhalte aus verschiedenen mathematischen Themenbereichen sinnvoll verknüpfen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (3 SWS), Ü (1 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• iterative und direkte Verfahren zur Lösung linearer Gleichungssysteme</li> <li>• Interpolation</li> <li>• numerische Integration</li> <li>• numerische Methoden für Differentialgleichungen</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen (Lehr- / Lernformen)	Numerische Mathematik für Ingenieure
Verwendbarkeit des Moduls	u.a. Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Mathematik 1 und 2

Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 3 SWS Vorlesung (45 Stunden) 1 SWS Übung (15 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (120–180 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Meister (FB 10)
Lehrende des Moduls	alle Dozenten des Fachbereiches Mathematik
Medienformen	Tafel und Beamer
Literatur	Hanke-Bourgeois: Grundlagen der numerischen Mathematik und des wissenschaftlichen Rechnens

## M5.2 Operations Research

Nummer/Code	
Modulname	Operations Research
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Operations Research 1: Entscheidungsfindung bei Sicherheit</p> <p>Operations Research 2: Entscheidungsfindung bei Unsicherheit und Risiko</p> <p>Das Modul "Operations Research" hat zum Ziel, die Grundlagen und Methoden der mathematischen Methoden zur Entscheidungsvorbereitung (Operations Research) kennen zu lernen und behandelt dabei Anwendungsbeispiele der verschiedenen Methoden insbesondere aus dem Bauwesen. Dabei werden zahlreiche Einsatzmöglichkeiten zur Optimierung der Kosten und/oder der Bauzeiten aufgezeigt.</p> <p>Während im Teilmodul Operations Research 1 typische Methoden zur Entscheidungsfindung bei Sicherheit behandelt werden, sind die Methoden zur Entscheidungsfindung bei Unsicherheit oder aber Risiko Inhalte der Lehrveranstaltung Operations Research 2.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL +Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Operations Research 1:</b>  <b>Entscheidungsfindung bei Sicherheit</b></p> <p>Grundlagen der Optimierung</p> <p>Einführung in die verschiedenen Methoden des OR</p> <p>Lineare Optimierung (Simplex-Algorithmus, Dualer Simplex, 2-Phasenmethode, Dualität)</p> <p>Linearisierung nichtlinearer Probleme</p> <p>Heuristische Eröffnungsmethoden, Modifizierte Distributionsmethode, Ungarische Methode</p> <p>Differentialrechnung</p> <p>Deterministische Entscheidungsbaumverfahren</p> <p>Jeweils Anwendungsbeispiele aus dem Bauwesen</p> <p><b>Operations Research 2:</b>  <b>Entscheidungsfindung bei Unsicherheit und Risiko</b></p> <p>Stochastische Entscheidungsbaumverfahren</p> <p>Graphentheorie</p> <p>Kombinatorik</p> <p>Wahrscheinlichkeitstheorie</p> <p>Spieltheorie</p> <p>Genetische Algorithmen</p> <p>Grundlagen einer Simulation</p> <p>Netzbasierte Simulationsmethoden</p> <p>Simulationsstudien (Systemanalyse, Modellerstellung, Verifikation und Validierung, Experimente und Auswertung)</p> <p>Warteschlangenmodelle</p> <p>Simulationswerkzeuge</p>

	<b>Fallbeispiele</b>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen</b>	Operations Research 1, Operations Research 2
<b>Lehr-/Lernformen</b>	Vorlesung mit vorlesungsbegleitenden Übungen sowie eigenständige Hausübungen, Vorlesung mit Beamer, Tafelanschrieb als Frontalunterricht
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Masterstudiengang Bauingenieurwesen Masterstudiengang Umweltingenieurwesen Masterstudiengang Mobilität, Verkehr und Infrastruktur
<b>Dauer des Angebotes des Moduls</b>	Zwei Semester
<b>Häufigkeit des Angebotes des Moduls</b>	Operations Research 1: Jedes Sommersemester Operations Research 2: Jedes Wintersemester
<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Grundlagen Bauwirtschaft und Baubetrieb 1 und 2
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	
<b>Studentischer Arbeitsaufwand</b>	Operations Research 1: Präsenzzeit: 30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden Operations Research 2: Präsenzzeit: 30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
<b>Studienleistungen</b>	Erfolgreiche und termingerechte Bearbeitung von vier Übungsaufgaben (Hausübungen), von denen zumindest drei anerkannt werden müssen.
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b>	Erfolgreicher Abschluss der Studienleistung.
<b>Prüfungsleistung</b>	Klausur (120min. – 150 min.)
<b>Anzahl Credits für das Modul</b>	6
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Holger Schopbach
<b>Lehrende des Moduls</b>	Dr.-Ing. Holger Schopbach
<b>Medienformen</b>	Power-Point-Präsentation, teilweise mit Filmsequenzen, Tafelanschrieb, Overhead-Projektion, eigenständig zu bearbeitende Übungsaufgaben, zum Teil an Computerprogrammen, Moodle-Kurs Skript
<b>Literatur</b>	Vorlesungsunterlagen

	Müller-Merbach, H.: Operations Research – Methoden und Modelle der Optimalplanung. Verlag Franz Vahlen, München 1973.
--	---

### M5.3 Wissenschaftliches Programmieren mit Python und Geodaten

Nummer/Code	
Modulname	Wissenschaftliches Programmieren mit Python und Geodaten
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Studierende lernen die Grundlagen der Programmiersprache Python und deren Anwendung in der wissenschaftlichen Datenanalyse kennen. Sie beherrschen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die grundlegende Programmierung in Python (Syntax, Kontrollstrukturen, Funktionen, Modularisierung),</li> <li>den sicheren Umgang mit numerischen Daten (NumPy) und Tabellen- bzw. Zeitreihendaten (Pandas),</li> <li>die Visualisierung von Daten mit Matplotlib,</li> <li>das Arbeiten mit räumlichen Vektordaten (GeoPandas) und Rasterdaten (Rasterio, NetCDF),</li> <li>die Anwendung numerischer Methoden aus der SciPy-Bibliothek (Optimierung, Interpolation, Differentialgleichungen).</li> </ul> <p>Methodenkompetenz: Studierende entwickeln die Fähigkeit, wissenschaftliche Probleme eigenständig durch Programmierung zu lösen und räumliche Daten strukturiert auszuwerten.</p> <p>Kommunikationskompetenz: Präsentation und Diskussion von Projektarbeiten im wissenschaftlichen Kontext.</p> <p>Organisationskompetenz: Planung und Durchführung kleinerer Programmierprojekte.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (1,5 SWS), Ü (1,5 SWS); P (1 SWS)
Lehrinhalte	<p>Dieser Kurs bietet einen Einblick in die Grundlagen des wissenschaftlichen Programmierens mit Python sowie in die Verarbeitung und Analyse räumlicher und zeitlicher Daten. Ziel des Kurses ist es, den Studierenden theoretische und praktische Kenntnisse im Bereich des Programmierens, der Datenverarbeitung und der Geodatenanalyse zu vermitteln.</p> <p>Die Kursinhalte umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einführung in Python und die Nutzung von Entwicklungsumgebungen (Spyder, Jupyter Notebooks),</li> <li>Grundlagen der Programmierung (Syntax, Datentypen, Kontrollstrukturen, Funktionen und Modularisierung),</li> <li>numerische Datenverarbeitung mit NumPy,</li> <li>tabellarische und zeitliche Datenanalyse mit Pandas,</li> <li>Visualisierung von Daten mit Matplotlib,</li> <li>Verarbeitung und Analyse räumlicher Vektordaten mit GeoPandas,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bearbeitung von gängigen Rasterdaten (z.B. NetCDF, TIFF) mit Rasterio,</li> <li>• Einführung in numerische Methoden wie z.B. Optimierung und Interpolation mit SciPy,</li> <li>• Umsetzung des Gelernten in einem eigenständigen Projekt mit schriftlicher Dokumentation und Präsentation.</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Wissenschaftliches Programmieren mit Python und Geodaten
(Lehr- / Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vortrag selbstgesteuertes Lernen, problembasiertes Lernen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	Deutsch (Syntax der Programmiersprache in Englisch)
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Mathematik 1 und 2
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit:</p> <p>3 SWS Vorlesung inkl. Übung (45 Stunden)</p> <p>1 SWS Projektarbeit (15 Stunden)</p> <p>Selbststudium: 120 Stunden</p>
Studienleistungen	Erfolgreiche und termingerechte Bearbeitung von vier Übungsaufgaben (Hausübungen), von denen zumindest drei anerkannt werden müssen.
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Erfolgreicher Abschluss der Studienleistung.
Prüfungsleistung	Projekt mit Vortrag (15 Minuten Vortrag + 10 Minuten Diskussion), Code und Code-Dokumentation

Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Adrian Mellage
Lehrende des Moduls	Dr. Lysander Bresinsky
Medienformen	Beamer
Literatur	

## M6 Schlüsselqualifikation Umweltrecht

Die Studierenden erlangen vertiefende umweltrechtliche Kenntnisse. Sie sind der Lage, komplexe umweltrechtliche und interdisziplinäre Aufgaben selbstständig zu lösen.

Die gewählten Lehrveranstaltungen können die Schwerpunkte A und B innerhalb des Masterstudiums im Bereich Umweltrecht ergänzen.

Folgende Module können gewählt werden:

- Europäisches und internationales Umweltrecht (6 C)
- Privates Baurecht (3 C)

Zur Ergänzung der Schwerpunkte werden insbesondere folgende Empfehlungen gegeben:

**Schwerpunkt Abfall- und Ressourcenwirtschaft:**

- Immissionsschutzrecht (3 C)
- Kreislaufwirtschaftsrecht (3 C)

**Schwerpunkt Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen:**

- Öffentliches Energierecht (3 C)
- Gewässerschutzrecht (3 C)
- Immissionsschutzrecht (3 C)

**Schwerpunkt Wasserwirtschaft/Wasserbau :**

- siehe Schwerpunkttempfehlung Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen

**Schwerpunkt Umwelt und Verkehr:**

- Bauplanungs- und Bauordnungsrecht (3 C)
- Immissionsschutzrecht (3 C)
- ÖPNV- Recht (3 C)
- Straßenverkehrsrecht (3 C)

**Schwerpunkt Regenerative Energien – Thermische Verfahren:**

- Öffentliches Energierecht (3 C)
- Immissionsschutzrecht (3 C)
- Klimaschutzrecht (3 C)

**Schwerpunkt Regenerative Energien – Sonne, Wind und Wasser:**

- Öffentliches Energierecht (3 C)
- Immissionsschutzrecht (3 C)
- Klimaschutzrecht (3 C)

## M6.1 Bauplanungs- und Bauordnungsrecht

Nummer/Code	
Modulname	Bauplanungs- und Bauordnungsrecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden kennen die wesentlichen Instrumente des Bauplanungs- und Bauordnungsrechts sowie die geltenden wichtigsten Rechtsvorschriften und können diese anwenden. Sie entwickeln Verständnis für die Zusammenhänge des Rechtsgebietes, können bauplanungsrechtliche Sachverhalte analysieren und einer entsprechenden Lösung zuführen. Sie können Erlerntes auf neue Fallgestaltungen des Rechtsgebietes übertragen und sind in der Lage, kleinere Rechtsfälle eigenständig zu lösen.
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS)
Lehrinhalte	Recht der gemeindlichen Bauleitplanung, formelle und materielle Voraussetzungen der Aufstellung von Bebauungsplänen, Umweltverträglichkeitsprüfung, Abwägungsgebot, naturschutzrechtliche Eingriffsregelung, Schutz von FFH-Gebieten ("Europäischen Naturschutzgebiete"), artenschutzrechtliche Verbote, Pflicht zur Anpassung an die Ziele der Raumordnung, bauplanungsrechtliche Zulässigkeit von Vorhaben im beplanten Gebiet, im unbeplanten Innenbereich und im Außenbereich, Nachbarschutz, Baugenehmigung, bauordnungsrechtliche Vorgaben.
Titel der Lehrveranstaltungen	Bauplanungs- und Bauordnungsrecht
(Lehr- / Lernformen)	Vortrag, Gruppenarbeit, Referate, Präsentationen, Rollenspiele, fall- und problembasiertes Lernen
Verwendbarkeit des Moduls	Bachelorstudiengänge Wirtschaftsrecht, Wirtschaftswissenschaften, Wirtschaftsingenieurwesen, Wirtschaftspädagogik, Maschinenbau, Architektur/Stadtplanung/Landschaftsplanung  Masterstudiengänge Umweltingenieurwesen, Bauingenieurwesen, Architektur/Stadtplanung/Landschaftsplanung, Zertifikatsstudium Umweltrecht
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	regelmäßig einmal in drei Semestern
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundkenntnisse Öffentliches Recht

Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	--
Prüfungsleistung	Klausur (60 – 90 Min.) oder Referat mit schriftlicher Hausarbeit (Seminararbeit) (20.000 bis 30.000 Zeichen Text einschließlich Leerzeichen und Fußnoten) oder schriftliche Hausarbeit (20.000 bis 30.000 Zeichen Text einschließlich Leerzeichen und Fußnoten). (Bei entsprechender Ankündigung durch die Dozentin oder den Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung können bis zu 40 % der Prüfungsleistung in vorgezogenen Lehrveranstaltungsbegleitenden Leistungen (insbesondere Moderation, Präsentation, Referat, Koreferat, Vortragszusammenfassung, Buchrezension, Buchexzerpt, Thesenpapier, Fallbesprechung, Kurztest, Protokoll, schriftliche Hausaufgabe oder Web 2.0–Anwendung oder vergleichbare Beiträge) erbracht werden, um die Prüfungsbelastung am Ende des Semesters zu vermindern.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Silke Ruth Laskowski (FB 07)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Silke Ruth Laskowski; Prof. Dr. Gerrit Hornung, u.a.
Medienformen	Powerpoint, Moodle, intensive Arbeit mit Gesetzestexten
Literatur	Stollmann, Öffentliches Baurecht. Finkelnburg/Orloff/Kment, Öffentliches Baurecht, Band I: Bauplanungsrecht. Koch/Handler, Baurecht, Raumordnungs- und Landesplanungsrecht. Hoppe/Bönker/Grotefels, Öffentliches Baurecht.

## M6.2 Öffentliches Energierecht

Nummer/Code	
Modulname	Öffentliches Energierecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kenntnis der wichtigsten geltenden Vorschriften</li> <li>– Kenntnis des systematischen Zusammenspiels rechtlicher</li> <li>– Vorgaben auf unterschiedlichen Stufen</li> <li>– Verständnis der ökologischen, politischen wirtschaftlichen</li> <li>– und technischen Grundlagen der rechtlichen Regelungen</li> </ul>
Lehrveranstaltungsarten	VL, S (2 SWS)
Lehrinhalte	Grundlagen des Rechts der erneuerbaren Energien; Befassung mit völker-, europa- und verfassungsrechtlichen Bezügen des Energierechts
Titel der Lehrveranstaltungen	Energierecht
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung, Seminar
Verwendbarkeit des Moduls	u.a. Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	regelmäßig einmal in drei Semestern
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (60 – 90 Min.) oder Referat mit schriftlicher Hausarbeit (Seminararbeit) (20.000 bis 30.000 Zeichen Text einschließlich Leerzeichen und Fußnoten) oder schriftliche Hausarbeit (20.000 bis 30.000 Zeichen Text einschließlich Leerzeichen und Fußnoten). (Bei entsprechender Ankündigung durch die Dozentin oder den Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung können bis zu 40 % der Prüfungsleistung in vorgezogenen Lehrveranstaltungsbegleitenden Leistungen (insbesondere Moderation, Präsentation, Referat, Koreferat,

	Vortragszusammenfassung, Buchrezension, Buchexzerpt, Thesenpapier, Fallbesprechung, Kurztest, Protokoll, schriftliche Hausaufgabe oder Web 2.0-Anwendung oder vergleichbare Beiträge) erbracht werden, um die Prüfungsbelastung am Ende des Semesters zu vermindern.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Silke Ruth Laskowski (FB 07)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Silke Ruth Laskowski; Prof. Dr. Gerrit Hornung, u.a.
Medienformen	Powerpoint, Moodle
Literatur	Roßnagel/Hentschel, Rechtliche Gewährleistung des Umweltschutzes bei der Nutzung erneuerbarer Energien, 2011. Nill-Theobald/Theobald, Grundzüge des Energiewirtschaftsrechts, aktuelle Auflage. Schneider/Theobald, Recht der Energiewirtschaft, aktuelle Auflage.

## M6.4 Europäisches und internationales Umweltrecht

Nummer/Code	
Modulname	Europäisches und internationales Umweltrecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kenntnis der wichtigsten geltenden Vorschriften</li> <li>Kenntnis des systematischen Zusammenspiels rechtlicher Vorgaben auf unterschiedlichen Stufen</li> <li>Verständnis der ökologischen, politischen wirtschaftlichen und technischen Grundlagen der rechtlichen Regelungen</li> <li>Fähigkeit zur Lösung von Fällen</li> </ul>
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS)
Lehrinhalte	Internationale Verträge, Europäisches Primär- und Sekundärrecht, Umsetzung in nationales Recht, Rechtsprobleme grenzüberschreitenden Handelns, Vorgaben des internationalen Verfassungsrechts;
Titel der Lehrveranstaltungen	Europäisches und internationales Umweltrecht
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	u.a. Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	regelmäßig einmal in drei Semestern
Sprache	deutsch/englisch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (max. 60 min.), Referat (20 min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 15 Seiten), Hausarbeit (20 – 25 Seiten) oder mündlicher Prüfung (30 min.).

	Bei entsprechender Ankündigung durch den Dozenten zu Beginn des Semesters können bis zu 40 % der abschließenden Prüfung in vorgezogenen lehrveranstaltungsbegleitenden Leistungen (Kurztest, Koreferat, Vortragsszusammenfassung, Protokolle, Votum oder Web2.0-Anwendungen) ausgegliedert werden, um die Prüfungsbelastung am Ende des Semesters zu vermindern.
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Univ.-Prof. Dr. Alexander Roßnagel (FB 7)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Lothar Fischer, Dr. Anja Hentschel, Univ.-Prof. Dr. Silke Ruth Laskowski (FB 7)
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Tafel
Literatur	Beyerlin, Umweltvökerrecht, aktuelle Auflage. Epiney, Umweltrecht in der europäischen Union, aktuelle Auflage. Jans/Vedder, European Environmental Law, aktuelle Auflage. Bell/Mc Gillivray, Environmental Law, aktuelle Auflage.

### M6.3 Gewässerschutzrecht

Nummer/Code	
Modulname	Gewässerschutzrecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Kenntnisse in folgenden Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>–Systematik des Wasserrechts (EU–, Bundes–, Landesebene);</li> <li>Bewirtschaftungsgrundsätze– und Ziele;</li> <li>Instrumentarien der Gewässerbewirtschaftung;</li> <li>besondere Schutzanforderungen an spezielle Gewässer;</li> <li>umweltökonomische Anforderungen des EU–Rechts an Wasserdienstleistungen.</li> </ul>
Lehrveranstaltungsarten	VL, S (2 SWS)
Lehrinhalte	Institute des Wasserrechts, Aufgaben des Gewässerschutzrechts, des Wasserhaushaltsgesetzes, Abwasserabgabengesetz, Bestellung von Betriebsbeauftragten für Gewässerschutz, Fragen des Hochwasserschutzes, Meeresumweltschutz sowie Trinkwasserversorgung.
Titel der Lehrveranstaltungen	Gewässerschutzrecht
(Lehr- / Lernformen)	Vortrag, Lehrgespräch, Gruppenarbeit, kollaboratives oder kooperatives Lernen, Lernen durch Lehren, selbstgesteuertes Lernen durch Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und Selbststudium, problembasiertes Lernen (z.B. durch Fallbesprechungen)
Verwendbarkeit des Moduls	MA Umweltingenieurwesen, MA Umweltrecht, Zertifikat Umweltrecht; SRW–Modul für Bauingenieure, Maschinenbau, ASL, E–Technik; MA Wirtschaftswissenschaften, MA Wirtschaftspädagogik, MA Wirtschaftsingenieurwesen, MA Nachhaltiges Wirtschaften, MA Wirtschaftsrecht.
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Mindestens jedes 3. Semester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundkenntnisse Öffentliches Recht
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (60 – 90 Min.) oder Referat mit schriftlicher Hausarbeit (Seminararbeit) (20.000 bis 30.000 Zeichen Text einschließlich Leerzeichen und Fußnoten) oder schriftliche Hausarbeit (20.000 bis 30.000 Zeichen Text einschließlich Leerzeichen und Fußnoten). (Bei entsprechender Ankündigung durch die Dozentin oder den Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung können bis zu 40 % der Prüfungsleistung in vorgezogenen Lehrveranstaltungsbegleitenden Leistungen (insbesondere Moderation, Präsentation, Referat, Koreferat, Vortragszusammenfassung, Buchrezension, Buchexzerpt, Thesenpapier, Fallbesprechung, Kurztest, Protokoll, schriftliche Hausaufgabe oder Web 2.0–Anwendung oder vergleichbare Beiträge) erbracht werden, um die Prüfungsbelastung am Ende des Semesters zu vermindern.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Univ-Prof. Dr. Silke Ruth Laskowski (FB 7)
Lehrende des Moduls	Univ-Prof. Dr. Silke Ruth Laskowski (FB 7)
Medienformen	alle
Literatur	Koch Umweltrecht; Czuchowski/Reinhardt, Wasserhaushaltsgesetz, Kommentar (jew. aktuelle Auflage).

## M6.4 Europäisches und internationales Umweltrecht

Nummer/Code	
Modulname	Europäisches und internationales Umweltrecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kenntnis der wichtigsten geltenden Vorschriften</li> <li>- Kenntnis des systematischen Zusammenspiels rechtlicher Vorgaben auf unterschiedlichen Stufen</li> <li>- Verständnis der ökologischen, politischen wirtschaftlichen und technischen Grundlagen der rechtlichen Regelungen</li> <li>- Fähigkeit zur Lösung von Fällen</li> </ul>
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS)
Lehrinhalte	Internationale Verträge, Europäisches Primär- und Sekundärrecht, Umsetzung in nationales Recht, Rechtsprobleme grenzüberschreitenden Handelns, Vorgaben des internationalen Verfassungsrechts
Titel der Lehrveranstaltungen	Europäisches und internationales Umweltrecht
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Umweltrecht, Wirtschaftsrecht, Nachhaltiges Wirtschaften, Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Semester
Sprache	deutsch, englisch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	Klausur unbenotet (60 min.).
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (60 – 90 Min.) oder Referat mit schriftlicher Hausarbeit (Seminararbeit) (20.000 bis 30.000 Zeichen Text einschließlich Leerzeichen und Fußnoten) oder schriftliche Hausarbeit (20.000 bis 30.000 Zeichen Text einschließlich Leerzeichen und Fußnoten). (Bei entsprechender Ankündigung durch die Dozentin

	oder den Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung können bis zu 40 % der Prüfungsleistung in vorgezogenen lehrveranstaltungsbegleitenden Leistungen (insbesondere Moderation, Präsentation, Referat, Koreferat, Vortragszusammenfassung, Buchrezension, Buchexzerpt, Thesenpapier, Fallbesprechung, Kurztest, Protokoll, schriftliche Hausaufgabe oder Web 2.0–Anwendung oder vergleichbare Beiträge) erbracht werden, um die Prüfungsbelastung am Ende des Semesters zu vermindern.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Univ–Prof. Dr. Silke Ruth Laskowski (FB 7)
Lehrende des Moduls	Univ–Prof. Dr. Silke Ruth Laskowski (FB 7)
Medienformen	Powerpoint–Präsentation, Tafel
Literatur	Beyerlin, Umweltvökerrecht, aktuelle Auflage. Epiney, Umweltrecht in der europäischen Union, aktuelle Auflage. Jans/Vedder, European Environmental Law, aktuelle Auflage. Bell/Mc Gillivray, Environmental Law, aktuelle Auflage.

## M6.5 Immissionsschutzrecht

Nummer/Code	
Modulname	Immissionsschutzrecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• – Kenntnis der wichtigsten geltenden Vorschriften</li> <li>• – Kenntnis des systematischen Zusammenspiels rechtlicher</li> <li>• – Vorgaben auf unterschiedlichen Stufen</li> <li>• – Verständnis der ökologischen, politischen wirtschaftlichen</li> <li>• – und technischen Grundlagen der rechtlichen Regelungen</li> <li>• – Fähigkeit zur Lösung von Fällen</li> </ul>
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS)
Lehrinhalte	Zulassungsrecht für Industrieanlagen, Instrumente des Immissionsschutzrechts, Genehmigungsbedürftigkeit von Anlagen, Genehmigungsvoraussetzungen, Emissionshandel
Titel der Lehrveranstaltungen	Immissionsschutzrecht
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	u.a. Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	regelmäßig einmal in drei Semestern
Sprache	deutsch, englisch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (60 – 90 Min.) oder Referat mit schriftlicher Hausarbeit (Seminararbeit) (20.000 bis 30.000 Zeichen Text einschließlich Leerzeichen und Fußnoten) oder schriftliche Hausarbeit (20.000 bis 30.000 Zeichen Text einschließlich Leerzeichen und

	Fußnoten). (Bei entsprechender Ankündigung durch die Dozentin oder den Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung können bis zu 40 % der Prüfungsleistung in vorgezogenen Lehrveranstaltungsbegleitenden Leistungen (insbesondere Moderation, Präsentation, Referat, Koreferat, Vortragszusammenfassung, Buchrezension, Buchexzerpt, Thesenpapier, Fallbesprechung, Kurztest, Protokoll, schriftliche Hausaufgabe oder Web 2.0–Anwendung oder vergleichbare Beiträge) erbracht werden, um die Prüfungsbelastung am Ende des Semesters zu vermindern.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Silke Ruth Laskowski (FB 07)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Silke Ruth Laskowski; Prof. Dr. Gerrit Hornung, u.a.
Medienformen	Power-Point, Moodle
Literatur	Sellner/Reidt/Ohms, Immissionsschutzrecht und Industrieanlagen, aktuelle Auflage. Koch (Hrsg.), Umweltrecht, aktuelle Auflage. Schmidt/Kahl, Einführung in das Umweltrecht, aktuelle Auflage. Kloepfer, Umweltrecht, aktuelle Auflage.

## M6.6 Klimaschutzrecht

Nummer/Code	
Modulname	Klimaschutzrecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kenntnis der wichtigsten geltenden Vorschriften</li> <li>Kenntnis des systematischen Zusammenspiels rechtlicher Vorgaben auf unterschiedlichen Stufen</li> <li>Verständnis der ökologischen, politischen wirtschaftlichen und technischen Grundlagen der rechtlichen Regelungen</li> </ul>
Lehrveranstaltungsarten	VL, S (2 SWS)
Lehrinhalte	internationale, europäische und nationale Rechtsfragen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung und Klimawandelfolgen, Treibhausgasemissionshandel, Energieeffizienz, Klimaschutzgesetze
Titel der Lehrveranstaltungen	Klimaschutzrecht
(Lehr- / Lernformen)	Vorlesung, Seminar
Verwendbarkeit des Moduls	u.a. Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	regelmäßig einmal in drei Semestern
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (60 – 90 Min.) oder Referat mit schriftlicher Hausarbeit (Seminararbeit) (20.000 bis 30.000 Zeichen Text einschließlich Leerzeichen und Fußnoten) oder schriftliche Hausarbeit (20.000 bis 30.000 Zeichen Text einschließlich Leerzeichen und Fußnoten). (Bei entsprechender Ankündigung durch die Dozentin oder den Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung können bis

	zu 40 % der Prüfungsleistung in vorgezogenen lehrveranstaltungsbegleitenden Leistungen (insbesondere Moderation, Präsentation, Referat, Koreferat, Vortragszusammenfassung, Buchrezension, Buchexzerpt, Thesenpapier, Fallbesprechung, Kurztest, Protokoll, schriftliche Hausaufgabe oder Web 2.0-Anwendung oder vergleichbare Beiträge) erbracht werden, um die Prüfungsbelastung am Ende des Semesters zu vermindern.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Univ-Prof. Dr. Silke Ruth Laskowski (FB 7)
Lehrende des Moduls	Univ-Prof. Dr. Silke Ruth Laskowski (FB 7)
Medienformen	Powerpoint, Moodle
Literatur	Kloepfer, Umweltrecht, aktuelle Auflage. Kloepfer, Umweltschutzrecht, aktuelle Auflage.

## M6.7 Kreislaufwirtschaftsrecht

Nummer/Code	
Modulname	Kreislaufwirtschaftsrecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• – Kenntnis der wichtigsten geltenden Vorschriften</li> <li>• – Kenntnis des systematischen Zusammenspiels rechtlicher</li> <li>• – Vorgaben auf unterschiedlichen Stufen</li> <li>• – Verständnis der ökologischen, politischen wirtschaftlichen</li> <li>• – und technischen Grundlagen der rechtlichen Regelungen</li> <li>• – Fähigkeit zur Lösung von Fällen</li> </ul>
Lehrveranstaltungsarten	VL, S (2 SWS)
Lehrinhalte	Kreislaufwirtschaftsgesetz des Bundes (KrWG) und dazugehöriges untergesetzliches Recht, Wirkungsweisen und Regelungsmechanismen des geltenden Rechts, Abfallbegriff, Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen, zu Grundsätzen der privaten Entsorgungsverantwortung, Produktverantwortung.
Titel der Lehrveranstaltungen	Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung, Seminar
Verwendbarkeit des Moduls	u.a. Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	regelmäßig einmal in drei Semestern
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	

Prüfungsleistung	Klausur (60 – 90 Min.) oder Referat mit schriftlicher Hausarbeit (Seminararbeit) (20.000 bis 30.000 Zeichen Text einschließlich Leerzeichen und Fußnoten) oder schriftliche Hausarbeit (20.000 bis 30.000 Zeichen Text einschließlich Leerzeichen und Fußnoten). (Bei entsprechender Ankündigung durch die Dozentin oder den Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung können bis zu 40 % der Prüfungsleistung in vorgezogenen Lehrveranstaltungsbegleitenden Leistungen (insbesondere Moderation, Präsentation, Referat, Koreferat, Vortragszusammenfassung, Buchrezension, Buchexzerpt, Thesenpapier, Fallbesprechung, Kurztest, Protokoll, schriftliche Hausaufgabe oder Web 2.0-Anwendung oder vergleichbare Beiträge) erbracht werden, um die Prüfungsbelastung am Ende des Semesters zu vermindern.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Silke Ruth Laskowski (FB 07)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Silke Ruth Laskowski; Prof. Dr. Gerrit Hornung, u.a.
Medienformen	Powerpoint, Moodle
Literatur	Beckmann, Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht, aktuelle Auflage. Koch (Hrsg.), Umweltrecht, aktuelle Auflage. Schmidt/Kahl, Einführung in das Umweltrecht, aktuelle Auflage. Kloepfer, Umweltrecht, aktuelle Auflage. Kloepfer, Umweltschutzrecht, aktuelle Auflage.

**M6.8 Privates Baurecht**

Nummer/Code	
Modulname	Privates Baurecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Lehrveranstaltung „Privates Baurecht“ hat zum Ziel, den Studierenden die für die Abwicklung von Bauverträgen wesentlichen baujuristischen Grundlagen gemäß BGB und VOB zu vermitteln.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (2 SWS)
Lehrinhalte	Werkvertragsrecht gemäß § 631 ff. BGB Bauvertragsarten nach § 5 VOB/A Regelungen der VOB/B Regelungen der VOB/C
Titel der Lehrveranstaltungen	Privates Baurecht
Lehr-/ Lernformen	Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundlagen Bauwirtschaft und Baubetrieb I
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium zur Vor- und Nachbereitung: ca. 20 h Selbststudium zur Prüfungsvorbereitung: ca. 40 h
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (max. 120 min.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Racky
Lehrende des Moduls	RAin Helena Götte

Medienformen	Tablet-PC/Beamer, Tafelanschrieb, Moodle-Kurs, Vorlesungsunterlagen
Literatur	Vorlesungsunterlagen, VOB/B

**M6.9 ÖPNV-Recht**

Nummer/Code	
Modulname	ÖPNV-Recht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden kennen die Gesetze, die für das Verkehrswesen, insbesondere für den ÖPNV, relevant sind, und können diese für konkrete Fragestellungen anwenden. Sie beherrschen die wesentlichen Rechtsgrundlagen für Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger. Sie können Erlerntes auf neue Fallgestaltungen des Rechtsgebietes übertragen und sind in der Lage, kleinere Rechtsfälle eigenständig zu lösen.
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– EU-Recht (Gesetze und Verordnungen)</li> <li>– Personenbeförderungsrecht (PBefG)</li> <li>– Eisenbahnrecht (AEG)</li> <li>– Vergaberecht</li> <li>– Wettbewerbsrecht</li> <li>– Kommunalrecht, Kommunalverfassungsrecht</li> <li>– Raumordnungs-, Bauplanungs- und Fachplanungsrecht im Verkehrswesen</li> <li>– Straßenverkehrsrecht, Verkehrswegerecht</li> <li>– Straßenverkehrsordnung (StVO)</li> <li>– Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung (BOStrab)</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Recht im Verkehrswesen
(Lehr-/ Lernformen)	Vortrag, Diskussion, fall- und problembasiertes Lernen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Umweltingenieurwesen, Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden

Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer
Lehrende des Moduls	Lothar Fiedler, Rechtsanwalt und Fachanwalt für Verwaltungsrecht
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Tafel
Literatur	Sammlung wichtiger Gesetze (PBefG, AEG, ÖPNV-Gesetze der Länder, Auszüge aus dem GWB etc.), Kommentar zum PBefG

## M6.10 Straßenverkehrsrecht

Nummer/Code	
Modulname	Straßenverkehrsrecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden verstehen das Verkehrsrecht als Querschnittsmaterie (öffentliches Recht, Straf- und Ordnungswidrigkeitenrecht und Zivilrecht). Sie kennen die Gesetze, die für den Straßenverkehr relevant sind und können diese für konkrete Fragestellungen (u.a. anhand von gelehrt Praxisfällen) anwenden. Sie können aktuelle die Möglichkeiten und Grenzen bei der Umsetzung der Verkehrswende durch das Straßenverkehrsrecht einordnen.
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ziel und Zweck des Verkehrsrechts</li> <li>– Struktur des Verkehrsrechts</li> <li>– Straßenverkehrsordnung</li> <li>– Fahrerlaubnisrecht, Verkehrsstrafaten und Verwaltungsverfahren</li> <li>– Verkehrswende und neue Mobilität im Kontext des Straßenverkehrsrechts</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltung	Straßenverkehrsrecht
(Lehr- / Lernformen) )	Vortrag, Diskussion, fall- und problembasiertes Lernen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Mobilität, Verkehr und Infrastruktur, Umweltingenieurwesen, Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	

<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b>	
<b>Prüfungsleistung</b>	Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten)
<b>Anzahl Credits für das Modul</b>	3
<b>Lehreinheit</b>	Bauingenieurwesen
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer
<b>Lehrende des Moduls</b>	Lothar Fiedler, Rechtsanwalt und Fachanwalt für Verwaltungsrecht
<b>Medienformen</b>	Powerpoint-Präsentation, Tafel
<b>Literatur</b>	Sammlung wichtiger Gesetze (StVO, StVG etc.), Kommentar zum StVO

## M7 Schlüsselqualifikation

Die Schlüsselqualifikationen dienen der Integration ausgewählter interdisziplinärer Elemente innerhalb des Masterstudiengangs Umweltingenieurwesen und gewährleisten den additiven Erwerb von Schlüsselqualifikationen. Es können Veranstaltungen im Umfang von 6 Credits aus dem Pool „Additive Schlüsselqualifikationen fachübergreifend“ der Universität Kassel gewählt werden.

Folgende Veranstaltungen werden empfohlen:

- Arbeitssicherheit im Baubetrieb I+II
- Nachhaltige Unternehmensführung – Grundlagen (6 C)
- Strategic Project Management (3 C)
- Einführung in die Umweltökonomik (6 C)
- Seminar Energiepolitik (2 C)
- Projektmanagement 1 und 2 (2x3 C)
- Führung und Verhalten in Projekten (3 C)
- Grundlagen der Psychologie für das Ingenieurwesen (6 C)

### M7.1 Arbeitssicherheit im Baubetrieb

Nummer/Code	
Modulname	Arbeitssicherheit im Baubetrieb
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Das Teilmódul 1: AS 1 soll erreichen, dass die Studierenden Gefährdungsbeurteilungen nach § 6 Arbeitsschutzgesetz für ausgewählte Arbeitsverfahren erstellen können. Ferner sollen die Grundlagen zur Integration des Sicherheits- und Gesundheitsschutzes in die betriebliche Organisation vermittelt werden. Dazu werden die notwendigen Kenntnisse der Gefährdungsfaktoren in Theorie und Umsetzung in die praktische Anwendung vermittelt. Dazu wird neben der fachlichen Kompetenz des Erkennens der Gefährdungsfaktoren bei Hoch- und Tiefbaumaßnahmen auch die notwendige soziale Kompetenz dargestellt. Die Studierenden sind in der Lage zu reflektieren, welche Maßnahmen in dem betrieblichen Aufbau aber auch Ablauforganisation notwendig sind, um die Arbeitssicherheit zu erhöhen.</p> <p>Das Teilmódul 2: AS 2 soll erreichen, dass die Studierenden die Anforderungen aus der Baustellenverordnung an den Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator in der Planungs- und Ausführungsphase kennen lernen und diese in die Praxis umsetzen können. Ferner lernen die Studierenden selbstständig Sicherheits- und</p>

	Gesundheitsschutzpläne in der Planungs- und Ausführungsphase zu erstellen.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>AS 1</b></p> <p>Darlegung der gesetzlichen Grundlagen der Arbeitssicherheit (Arbeitsschutzgesetz, Arbeitssicherheitsgesetz) mit rechtlichen Auswirkungen auf die am Bau Beteiligten bei dem Eintritt von Arbeitsunfällen. Weiterhin die Einbettung in das europäische Regelwerk.</p> <p>Darstellung spezifischer Gefährdungen für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiefbaumaßnahmen: Hier insbesondere unter Berücksichtigung der DIN 4124 sowie DIN EN 1610.</li> <li>- Hochbaumaßnahmen: Hier insbesondere unter Berücksichtigung der DIN 4420, DIN EN 12810 sowie DIN EN 12811.</li> <li>- Gefährdungen durch Gefahrstoffe: Hier insbesondere unter Berücksichtigung der TRGS 519</li> <li>- Gefährdungen durch Maschinen des Hoch- und Tiefbaus unter Berücksichtigung der DIN EN 479, Teil 1 – 12 sowie der DIN EN 500, Teil 1 – 10</li> </ul> <p><b>AS 2</b></p> <p>Darlegung der Inhalte der Baustellenverordnung mit den Ergänzungen durch die RAB'en, insbesondere RAB 10, RAB 30 sowie RAB 31.</p> <p>Weiterhin werden besondere Punkte der Arbeitsstätten-Verordnung sowie der Arbeitszeitverordnung angesprochen.</p> <p>Umsetzung der Anforderungen der Baustelle an ausgewählten Beispielen z. B. aus dem unterirdischen Bauen, Arbeiten im öffentlichen Verkehrsraum sowie Abbrucharbeiten.</p> <p>Das Modul kann als Teilmodul (3 Credits) oder als ganzes Modul (6 Credits) im Bereich Schlüsselqualifikationen im Grund- und Hauptstudium eingesetzt werden.</p> <p>Die Teilmodule können einzeln Jedes für sich oder gemeinsam eingesetzt werden.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Arbeitssicherheit 1 (AS 1), Arbeitssicherheit 1 (AS 2)
Lehr-/Lernformen	Vorlesung mit vorlesungsbegleitenden Übungen, Vorlesung mit Beamer
Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor- und Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester

Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester (AS 1) Jedes Sommersemester (AS 2)
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	2 Klausuren (á 90 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Peter Racky
Lehrende des Moduls	Arbeitssicherheit 1: Marc Iffland, M.Sc. Arbeitssicherheit 2: Dipl.-Ing. Jens Möller
Medienformen	Power-Point-Präsentation, teilweise mit Filmsequenzen Tafelanschrieb, Overhead-Projektion, Übungen Moodle-Kurs Skript
Literatur	Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

## M7.2 Nachhaltige Unternehmensführung –Grundlagen

Nummer/Code	
Modulname	Nachhaltige Unternehmensführung 1
Art des Moduls	Ergänzungsmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Studierende</p> <p>... lernen die Grundelemente der sozialen und ökologischen Probleme der weltwirtschaftlichen Entwicklung kennen,</p> <p>... entwickeln ein differenziertes Verständnis des Nachhaltigkeitsparadigmas,</p> <p>... können seine Herkunft und Ausprägungsformen wiedergeben,</p> <p>... haben die Fähigkeit, die Rolle und Handlungsmöglichkeiten von Unternehmen im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung zu bestimmen und zu bewerten,</p> <p>... haben ein tiefgehendes Verständnis für die Möglichkeiten der Betriebswirtschaftslehre und der Unternehmensführung im Umgang mit der Nachhaltigkeitsproblematik</p> <p>... können verschiedene Methoden und Instrumente der nachhaltigen Unternehmensführung anwenden</p> <p>... können deren Möglichkeiten und Grenzen wiedergeben.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (4 SWS)
Lehrinhalte	Soziale und ökologische Folgen des globalisierten Wirtschaftens, Begriffliche und konzeptionelle Grundlagen von Nachhaltigkeit und Nachhaltigkeitsmanagement, Begründungen zum Nachhaltigkeitsmanagement und Treiber Nachhaltiger Unternehmensführung, Akteure und Einflussgrößen im Nachhaltigkeitsmanagement, Erklärungskraft und Grenzen des «Business Case» für Nachhaltigkeit, Potenzielle «Trade–Offs» im Nachhaltigkeitsmanagement, Instrumente und Methoden des operativen Nachhaltigkeitsmanagement, Instrumente und Methoden des strategischen Nachhaltigkeitsmanagement
Titel der Lehrveranstaltungen	Nachhaltige Unternehmensführung 1
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	<p>Bachelor-Studiengänge Wirtschaftswissenschaften, Wirtschaftsingenieurwesen, Wirtschaftsrecht, Wirtschaftspädagogik, Wirtschaftsromanistik</p> <p>Master-Studiengänge: Nachhaltiges Wirtschaften, Umweltingenieurwesen</p> <p>Das Modul eignet sich, in anderen wirtschaftswissenschaftlich orientierten Studiengängen, die auf die Qualifikation im Bereich des Nachhaltigen Wirtschaften hinführen, eingesetzt zu werden.</p>
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester

Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Kenntnisse betriebswirtschaftlicher Grundlagen in verschiedenen Funktionsbereichen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (120 min.), Hausarbeit (20 Seiten) oder Referat (20 min.) mit schriftl. Ausarbeitung (ca. 12 Seiten), oder mündliche Prüfung oder eine Kombination der verschiedenen Prüfungselemente Spezifikation in der Beschreibung der jeweiligen Lehrveranstaltung
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stefan Gold (FB 07)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Stefan Gold (FB 07)
Medienformen	Beamer, Tafel, Flipchart, Internet
Literatur	Spezifikation in der Beschreibung der jeweiligen Lehrveranstaltung

### M7.3 Einführung in die Umweltökonomik

Nummer/Code	
Modulname	Einführung in die Umweltökonomik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden lernen den wirtschaftswissenschaftlichen Zugang zu Umweltproblemen auf Basis der bedeutsamen theoretischen Grundlagen.</p> <p>Es werden die Grundlagen für ein Verständnis der umweltpolitischen Gestaltungsmöglichkeiten und -grenzen gelegt.</p> <p>Die Studierenden gewinnen einen Überblick über die wichtigsten methodischen Ansätze und Konzepte in der Umweltökonomik und werden befähigt, diese kritisch nachzuvollziehen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (4 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grundlagen der ökonomischen Analyse von Umweltproblemen und umweltpolitischen Instrumenten</li> <li>methodische Ansätze in der Umweltökonomik</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Einführung in die Umweltökonomik
(Lehr-/ Lernformen)	Vortrag, Gruppenarbeit, Klassenraum-Experimente, Selbststudium
Verwendbarkeit des Moduls	<p>Wirtschaftswissenschaften, Wirtschaftsingenieurwesen, Wirtschaftsrecht, Wirtschaftspädagogik, Wirtschaftsromanistik, English and American Culture and Business Studies (EACBS), Bachelor Nachhaltigkeitswissenschaften – Sustainability Studies, Studiengänge mit integrierten Nachhaltigkeitsstudien, Nebenfach Nachhaltigkeitsstudien, additive Schlüsselkompetenzen</p>
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	jährlich im Sommersemester
Sprache	Deutsch oder Englisch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	VWL I (Mikroökonomik)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden)</p> <p>Selbststudium: 120 Stunden</p>
Studienleistungen	

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (mind. 90 min)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Astrid Dannenberg (FB07)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Astrid Dannenberg u.a. (FB07)
Medienformen	Spezifikation in der Beschreibung der jeweiligen Lehrveranstaltung
Literatur	Spezifikation in der Beschreibung der jeweiligen Lehrveranstaltung

## M7.4 Strategic Project Management

<b>Nummer/Code</b>	
<b>Modulname</b>	Strategic Project Management
<b>Art des Moduls</b>	Schlüsselkompetenz; Wahlpflichtmodul (Integration: Produktionstechnik und Arbeitswissenschaft / Mensch–Organisation–Technik)
<b>Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)</b>	Die Studierenden verstehen die strategische Dimension von Projekten und sind in der Lage, deren Auswirkungen auf die Ertragskraft von Unternehmen einzuordnen. Sie können Potenziale abwägen und Projekte so ausgestalten, dass diese einen substanzialen Wertbeitrag für Unternehmen leisten können. Ferner sind die Studierenden in der Lage, projektübergreifende Dynamiken sowie Innovations- und Kooperationspotenziale kritisch zu reflektieren.
<b>Lehrveranstaltungsarten</b>	2 SWS
<b>Lehrinhalte</b>	<p>Das strategische Projektmanagement erkennt das Potenzial von Projekten, die Innovations- und Adoptionsfähigkeit sowie auch die Ertragskraft ganzer Unternehmen maßgeblich zu beeinflussen und zu unterstützen. Die Lehrinhalte dieses Moduls umfassen u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe des strategischen Managements im Projektkontext</li> <li>• Akteure im strategischen Projektmanagement</li> <li>• Projektbezogene Fragen des strategischen Managements</li> <li>• Projektübergreifende Fragen des strategischen Managements (u.a. Multiprojekt-, Projektpool- und Programmmanagement)</li> <li>• Theorie und Praxis der strategischen Entscheidungsfindung</li> <li>• Strategische Analysen (interne Unternehmensanalyse, externe Marktanalyse)</li> <li>• Strategieimplementierung auf unterschiedlichen Ebenen (Unternehmens-, Geschäftsbereich-, Projektstrategien)</li> <li>• Strategische Allianzen und Projektnetzwerke</li> <li>• Innovation und Entrepreneurship durch strategische Projekte</li> <li>• Strategischer Projekteinfluss auf der Branchen-/Feldebene</li> </ul>
<b>Titel der Lehrveranstaltungen</b>	Strategic Project Management
<b>(Lehr- / Lernformen)</b> <b>Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)</b>	Interaktive Vorlesung
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	B. Sc. Maschinenbau M. Sc. Maschinenbau B.Sc.+M.Sc. Bauingenieurwesen B.Sc. + M.Sc. Umweltingenieurwesen M.Sc. Mobilität, Verkehr und Infrastruktur Offen für Studierende anderer Fachbereiche, soweit der jeweilige Studiengang eine Einbringung des Fachs im Wahlbereich zulässt.
<b>Dauer des Angebotes des Moduls</b>	Ein Semester
<b>Häufigkeit des Angebotes des Moduls</b>	Jedes Wintersemester
<b>Sprache</b>	englisch (Regelfall), deutsch (nach Ankündigung)

<b>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	Empfohlen wird eine vorherige Belegung der Module „Grundlagen des Projektmanagements (Teil 1 und 2)“
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</b>	–
<b>Studentischer Arbeitsaufwand</b>	2 SWS Vorlesung (30 Std.) Selbststudium 60 Std.
<b>Studienleistungen</b>	Aktive Teilnahme (Beteiligung an Gruppenarbeiten und –diskussionen sowie Diskussionsbeiträge während der Lehrveranstaltung)
<b>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</b>	–
<b>Prüfungsleistung</b>	Klausur 45 Min. oder mündliche Prüfung 20 Min.
<b>Anzahl Credits für das Modul</b>	3 Credits
<b>Lehreinheit</b>	Fachbereich 15
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Timo Braun
<b>Lehrende des Moduls</b>	Prof. Dr. Timo Braun und wissenschaftliche Mitarbeiter
<b>Medienformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaktive Vorlesung; Folien (Powerpoint, Projektor)</li> <li>• Kursbegleitende Lektüre ausgewählter Lehrbücher (siehe Literatur) und wissenschaftlicher Fachaufsätze (die im Semesterverlauf bereitgestellt werden)</li> </ul>
<b>Literatur</b>	<p>Whittington, R., Angwin, D., Regner, P., Johnson, G., Scholes, K., Koleva, P. 2020. Exploring Strategy, Text and Cases. 12. Auflage. Pearson Education: Harlow.</p> <p>Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.</p>

## M7.5 Energiepolitik

Nummer/Code	
Modulname	Energiepolitik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermittlung energiepolitischer Grundlagen und Zusammenhänge auf nationaler und internationaler Ebene</li> <li>• Präsentationen von Vorträgen</li> </ul>
Lehrveranstaltungsarten	S 2 SWS Blockveranstaltung
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiepolitische Ziele,</li> <li>• Fördermaßnahmen für Regenerative Energien (Ordnungsrecht, Investitionszuschüsse, Zertifikate, Quoten),</li> <li>• Internationale Klimaschutzkonventionen,</li> <li>• EU-Richtlinien und Weißbücher,</li> <li>• Nationale und internationale Akteure und Interessensgruppen</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Energiepolitik
(Lehr- / Lernformen)	Seminar
Verwendbarkeit des Moduls	M. Sc. Regenerative Energien und Energieeffizienz M. Sc. Maschinenbau M. Sc. Umweltingenieurwesen M. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen M. Sc. Nachhaltiges Wirtschaften
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Anmeldung erforderlich, Teilnehmerzahl ist auf 20 beschränkt.
Studentischer Arbeitsaufwand	1,5 SWS S (23 Std.) Selbststudium (37 Std.)
Studienleistungen	Anwesenheitspflicht
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Studienleistung

Prüfungsleistung	Präsentation und Diskussion im Rahmen eines Seminarvortrages, kurze schriftliche Zusammenfassung der Ergebnisse
Anzahl Credits für das Modul	2
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Klaus Vajen (FB 15)
Lehrende des Moduls	Prof. Klaus Vajen, apl. Prof. Dr. Ulrike Jordan, Prof. Dr. Heike Wetzel (FB 07) Dr. Justus Brans Prof. Dr. Martin Pehnt
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen
Literatur	Aktuelle Studien zu den jeweils behandelten Themengebieten.

## M7.6 Projektmanagement 1 und 2

Nummer/Code	
Modulname	Projektmanagement in der Digitalen Transformation
Art des Moduls	Wahlpflicht
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden kennen wesentliche Grundelemente des Projektmanagements (PM). Sie haben Kenntnis von der Bedeutung und dem Wert des PM im Arbeitsleben und bei der Bewältigung von Fachaufgaben.</p> <p>Die Studierenden kennen und verstehen grundlegende Begriffe im Themenbereich, verschiedene Arten und Aufbauorganisationen von Projekten, Abläufen und die wesentlichen Prozesse im Projektmanagement.</p> <p>Die Studierenden können Projektmanagementkenntnisse auf die Organisation, Durchführung und Steuerung von Projekten anwenden.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VLmP 2 SWS Ü + HÜ
Lehrinhalte	<p>In der Lehrveranstaltung (LV) werden wichtige Grundlagen des PM vermittelt. Dazu gehören neben wesentlichen Begriffsdefinitionen die Projektvoraussetzungen sowie die Projektziele. Darauf aufbauend werden Grundkenntnisse in Projektorganisation, Projektstrukturierung und zum Projektumfeld vermittelt.</p> <p>Schließlich werden die Grundlagen wesentlicher Elemente der Projektsteuerung, wie Termin- und Kostenplanung, Risikomanagement und Controlling eingeführt. Im Rahmen der Vorlesung werden auch einige Übungen mit den Studierenden durchgeführt. In Teil I wird über alle wichtigen Elemente des PM eine Einführung vermittelt.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Projektmanagement 1: Einführung und Grundlagen
Lehr-/Lernformen	Vorlesung, Übungen
Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor / Master im Bereich Schlüsselqualifikation
Dauer des Angebotes des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	keine
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	

Studentischer Arbeitsaufwand	2 SWS VL (30 Std.) 2 Ü (Einzeltermine, insg.; 10 Std.) Selbststudium 50 Std.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme in den Übungen (Gruppenarbeit, Abgabe und Überprüfung der Ergebnisse inklusive mündliche Ergebnispräsentation)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistung	Klausur 60 Min.
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Timo Braun
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Timo Braun und wissenschaftliche Mitarbeiter
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaktive Vorlesung; Folien (Powerpoint, Projektor)</li> <li>• Labor- und Hörsaalübung</li> <li>• Kursbegleitende Lektüre ausgewählter Lehrbücher (siehe Literatur) und wissenschaftlicher Fachaufsätze (die im Semesterverlauf bereitgestellt werden)</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bea, F., Scheurer, S., Hesselmann, S. 2020. Projektmanagement. 3. Auflage. UVK-Verlag: München.</li> <li>• Braun, T., Müller-Seitz, G. 2023. Digitale Transformation: Wandel durch Projekte. Vahlen: München.</li> <li>• Braun, T., Sydow, J. 2019. Projektmanagement und temporäres Organisieren. Kohlhammer: Stuttgart.</li> <li>• Timinger, H. 2017. Modernes Projektmanagement: Mit traditionellem, agilem und hybridem Vorgehen zum Erfolg. Wiley: Weinheim.</li> </ul>
Nummer/Code	
Modulname	Projektmanagement in der Digitalen Transformation
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden kennen die Aufgaben und Kompetenzen von Projektleitern/innen. Sie können wesentliche Strukturen und Abläufe der Projektplanung, -steuerung und -kontrolle beschreiben. Die Studierenden können unterschiedliche Formen der Projektaufbauorganisation beschreiben, miteinander vergleichen und in Abhängigkeit bestimmter Situationen eine geeignete auswählen. Sie beherrschen effektive Instrumente des Projektänderungs-, -risiko- und -stakeholdermanagements, können deren Vor- und Nachteile abwägen und situationsabhängig Tools und Konzepte in Anwendung bringen.
Lehrveranstaltungsarten	VLmP 2 SWS + Ü (Einzeltermine)
Lehrinhalte	In der Lehrveranstaltung werden wichtige Grundlagen des Projektmanagements vermittelt. Der Lehrstoff hinsichtlich der Kernprozesse des Projektmanagements (Projektplanung, -

	controlling und –steuerung) sowie hinsichtlich Projektaufbauorganisation aus PM I wird vertieft und erweitert. Weitere Schwerpunkte liegen in der strategischen Positionierung und Implementierung von Projekten, der Mobilisierung und Führung der am Projekt beteiligten Personen und Organisationen, sowie der Gestaltung von organisationalem und technologischem Wandel mithilfe von Projekten. Im Rahmen der Vorlesung werden auch einige Übungen mit den Studierenden durchgeführt.
Titel der Lehrveranstaltungen	Projektmanagement 2: Digitaler Wandel durch Projekte
Lehr-/Lernformen	Vorlesung, Übung
Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor / Master im Bereich Schlüsselqualifikation
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Vorherige Teilnahme am Modul „Projektmanagement 1: Einführung und Grundlagen“ wird empfohlen.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	2 SWS VL (30 Std.) + Ü (Einzeltermine, insg. 10 Std.) Selbststudium 50 Std.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme (nachgewiesen durch Gruppenarbeit, Abgabe und Überprüfung der Ergebnisse inklusive mündliche Ergebnispräsentation)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistung	Klausur (60 min.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Timo Braun
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Timo Braun und wissenschaftliche Mitarbeiter
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaktive Vorlesung; Folien (Powerpoint, Projektor)</li> <li>• Labor- und Hörsaalübung</li> <li>• Kursbegleitende Lektüre ausgewählter Lehrbücher (siehe Literatur) und wissenschaftlicher Fachaufsätze (die im Semesterverlauf bereitgestellt werden)</li> </ul>

Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bea, F., Scheurer, S., Hesselmann, S. 2020. Projektmanagement. 3. Auflage. UVK-Verlag: München.</li><li>• Braun, T., Müller-Seitz, G. 2023. Digitale Transformation: Wandel durch Projekte. Vahlen: München.</li><li>• Braun, T., Sydow, J. 2019. Projektmanagement und temporäres Organisieren. Kohlhammer: Stuttgart.</li><li>• Timinger, H. 2017. Modernes Projektmanagement: Mit traditionellem, agilem und hybrider Vorgehen zum Erfolg. Wiley: Weinheim.</li></ul>
-----------	--

## M7.7 Führung und Verhalten in Projekten

Nummer/Code	
Modulname	Führung und Verhalten in Projekten
Art des Moduls	Schlüsselkompetenz; Wahlpflichtmodul (Integration: Produktionstechnik und Arbeitswissenschaft / Mensch–Organisation–Technik)
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden kennen Führungstheorien und wissen um die Bedeutung von Erwartungen, Rollenverhalten und Konflikten im Kontext der Projektarbeit. Sie können souverän in Projektteams agieren, Teamdynamiken reflektieren und erste Führungsaufgaben übernehmen. Sie sind in der Lage, verschiedene Praktiken in der Projektarbeit situationsgerecht zu bewerten und anzuwenden.
Lehrveranstaltungsarten	2 SWS, kann auch als Blockveranstaltung angeboten werden
Lehrinhalte	Mitarbeit in und die Leitung von Projektteams nimmt einen großen Stellenwert im heutigen Arbeitsalltag ein. Der Kurs soll sowohl die inhaltlich–methodische Kompetenz mit Blick auf die Arbeitsgestaltung und die Führung von Projektteams als auch die Sozialkompetenz der Teilnehmer/innen stärken. Klassische Ansätze aus der Personal-/Führungsforschung werden im spezifischen Kontext von Projekten beleuchtet:  Individuum, Projekt und Organisation Führungs Personen und Projektleiter/innen Entscheidung in Projekten Gestaltung von Arbeit Motivation und Commitment Extrarollenverhalten Gruppenentwicklung, -dynamik und Konflikte Führungstheorien Individuelle Kooperation und Vernetzung Praktiken und Routinen in der Projektarbeit
Titel der Lehrveranstaltungen	Führung und Verhalten in Projekten
(Lehr- / Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Seminar, studentische Präsentationen („flipped classroom“)
Verwendbarkeit des Moduls	B. Sc. Maschinenbau B.Sc.+M.Sc. Bauingenieurwesen B.Sc.+ M.Sc. Umweltingenieurwesen M.Sc. Mobilität, Verkehr und Infrastruktur Offen für Studierende anderer Fachbereiche, soweit der jeweilige Studiengang eine Einbringung des Fachs im Wahlbereich zulässt.
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch

Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Vorherige Belegung der Module „Grundlagen des Projektmanagements (Teil 1 und 2)“ wird empfohlen.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Anmeldung erforderlich
Studentischer Arbeitsaufwand	2 SWS Seminar (30 Std.) Selbststudium 60 Std.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme (Beteiligung an Gruppenarbeiten und -diskussionen sowie Diskussionsbeiträge während der Lehrveranstaltung oder Sitzungsmoderation)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	-
Prüfungsleistung	Schriftliche Ausarbeitung (Projektarbeit, 20–30 Seiten), gekoppelt mit Vortrag/Präsentation (15 Minuten)
Anzahl Credits für das Modul	3 Credits
Lehreinheit	Fachbereich 15
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Timo Braun
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Timo Braun und wissenschaftliche Mitarbeiter
Medienformen	Interaktive Seminargestaltung Folien (PowerPoint)
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

## M7.8 Grundlagen der Psychologie für das Ingenieurwesen

Nummer/Code	
Modulname	Grundlagen der Psychologie für das Ingenieurwesen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Den Studierenden werden ausgewählte Grundlagen- und Anwendungsbereiche der Psychologie vermittelt. Sie lernen wie die Psychologie als Wissenschaft funktioniert und erhalten Einblicke in zentrale Themen der Psychologie wie Wahrnehmung, Lernen, Denken, Emotion, Motivation, Persönlichkeit und menschliches Verhalten in sozialen Kontexten. Darüber hinaus lernen sie psychologische Anwendungsfelder kennen, etwa in den Bereichen Verkehrpsychologie, Umweltpsychologie, Kommunikation und Gesundheit. Die Inhalte werden durch praxisnahe Beispiele im ingenieurwissenschaftlichen Kontext ergänzt und veranschaulicht. In begleitenden Übungen vertiefen die Studierenden das Gelernte, indem sie Inhalte selbst erproben und auf konkrete Anwendungssituationen übertragen.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4SWS)
Lehrinhalte	<p><b>GRUNDLAGEN:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen und Methoden der Psychologie (u.a. Psychologie als Wissenschaft)</li> <li>- Kognitive Prozesse (u.a. Wahrnehmung und Aufmerksamkeit, Lernen und Gedächtnis, Denken, Urteilen und Entscheiden, Problemlösestrategien und Kreativität)</li> <li>- Emotions- und Motivationspsychologie (u.a. Basisemotionen, Motivationstheorien)</li> <li>- Sozial- und Persönlichkeitspsychologie (u.a. Gruppenverhalten, Einstellungen, Vorurteile)</li> </ul> <p><b>ANWENDUNGSGEBIETE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verkehrpsychologie (u.a. Risikowahrnehmung, Stress, Ermüdung und Ablenkung)</li> <li>- Interaktion Mensch und Umgebung (u.a. Erleben und Verhalten im Kontext der Natur, gebauter Umgebungen und technischer Systeme, Partizipation, Umweltpsychologie)</li> <li>- Kommunikation (u.a. Grundlagen und Relevanz von Kommunikation, Kommunikation in Teams)</li> <li>- Psychische Gesundheit (u.a. Gesundheitspsychologie, Stress)</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Grundlagen der Psychologie für das Ingenieurwesen
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung, Übung

Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Umweltingenieurwesen; B.Sc. Bauingenieurwesen; M. Sc. Bauingenieurwesen; M.Sc. Umweltingenieurwesen, M. Sc. Mobilität, Verkehr und Infrastruktur
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Immer im Wintersemester
Sprache	Deutsch/Englisch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden
Studienleistungen	Schriftliche Ausarbeitung (30 Stunden)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90–120 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Ing. Angela Francke (FB 14)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Ing. Angela Francke (FB 14), wissenschaftliche Mitarbeitende FG Radverkehr und Nahmobilität (FB 14)
Medienformen	Powerpoint, Moodle
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

## M8 Masterabschlussmodul

Nummer/Code	
Modulname	Masterabschlussmodul
Art des Moduls	Pflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Der Studierende ist in der Lage, in einem vorgegebenen Zeitraum eine wissenschaftliche und/oder praxisorientierte Problemstellung des Fachs mit wissenschaftlichen Methoden und Erkenntnissen des Fachs zu lösen und in schriftlicher Form in der Masterarbeit darzustellen.</p> <p>Er oder sie verfügt über die Fähigkeit, die wesentlichen Inhalte der eigenen Forschungsarbeit im Rahmen eines Kolloquiums in freier rede zu präsentieren und im Anschluss eine wissenschaftliche Diskussion zum Thema der Masterarbeit zu führen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	<p>Individuelle Betreuung</p> <p>In Absprache mit dem Erstbetreuer bzw. der Erstbetreuerin ist abweichend vom Regelfall eine Aufteilung in ein vorangeschaltetes Projekt und eine darauf aufbauende Masterarbeit möglich.</p>
Lehrinhalte	
Titel der Lehrveranstaltungen (Lehr-/ Lernformen)	Masterarbeit
Verwendbarkeit des Moduls	
Dauer des Angebotes des Moduls	
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Semester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Nachweis über 42 Credits im Masterstudiengang Umweltingenieurwesen sowie ggf. bestandene Auflagen
Studentischer Arbeitsaufwand	900 Stunden, Bearbeitungszeit zweiundzwanzig Wochen (in Verbindung mit einem vorgeschalteten Projekt: fünfzehn Wochen)
Studienleistungen	

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Masterarbeit, Präsentation der eigenen Forschungsarbeit in einem Kolloquium (30–45 Min.)
Anzahl Credits für das Modul	30 Bei Aufteilung in Projekt und Masterarbeit/Kolloquium beträgt das Verhältnis der Credits 9:21)
Modulverantwortliche/r	Studiendekan
Lehrende des Moduls	
Medienformen	
Literatur	

## Aktualisierung älterer Versionen

An dieser Stelle werden alle Änderungen aufgelistet, die sich im Laufe der Zeit (durch Neubesetzungen o.ä.) bis zur Reakkreditierung im Vergleich zur akkreditierten Fassung des Modulhandbuchs ergeben.

### Änderungen ab April 2017

#### M1.1 Abfall- und Ressourcenwirtschaft

##### M1.1.4 Ressourcengovernance und Umweltmanagement

Neue Lehrveranstaltung von Prof. Bringezu ab Sommersemester 2018 im Schwerpunkt Abfall- und Ressourcenwirtschaft wählbar.

##### M3 Umweltingenieurwesen Ergänzung

##### M3.6 Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit – Anwendungen

Neue Lehrveranstaltung von Prof. Bringezu ab Sommersemester 2018 im Bereich Umweltingenieurwesen Ergänzung und SQ Umweltökonomie wählbar.

#### M7 Schlüsselqualifikation

##### M7.4 Ökonomik der Umwelt

Ab Sommersemester 2018: „Introduction to Environmental Economics“. Modulverantwortliche sind Sven Christens, Sonja Zitzelsberger (FB 07).

##### M7.6 Nachhaltigkeitsökonomik

Die Veranstaltung findet nicht mehr statt, da Dr. Thesing nicht mehr an der Universität tätig ist.

### Änderungen ab Oktober 2018

#### M1.1 Abfall- und Ressourcenwirtschaft

##### M1.1.1 Praxis der Abfalltechnik

Neuer Modulverantwortlicher ist Prof. Dr. techn. David Laner. Inhaltliche Umstellung der Veranstaltung Praktikum Abfalltechnik aufgrund Neubesetzung Professur.

##### M1.1.2 Thermische Verfahren der Abfalltechnik (TV II+ TV III)

Das Modul entfällt ab WS 18/19.

##### M1.1.4 Ressourcengovernance und Umweltmanagement

Erweiterung des Moduls um eine Veranstaltung im Wintersemester. Teil 1: WS, Teil 2: Sose. Es kann im Schwerpunkt Abfall- und Ressourcenwirtschaft oder SQ Umweltökonomie gewählt werden.

##### M1.1.5 Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen der globalen Rohstoffproduktion

Das neue Modul wird ab WS 18/19 erstmals von Dr. Mostert (CESR) angeboten. Teil 1: WS, Teil 2: Sose.

**M1.2 Siedlungswasserwirtschaft****M1.2.1 Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen**

Neuer Modulverantwortlicher ist V.-Prof. Dr. Jörg Felmeden. Prof. Frechen geht in den Ruhestand.

**M1.3 Wasserwirtschaft/Wasserbau**

Neuregelung: Bei einer Vertiefung des Schwerpunktes Wasserbau/Wasserwirtschaft im Master

Umweltingenieurwesen müssen die Veranstaltungen

- Gewässerentwicklung, Flussgebiets- und Hochwassermanagement (6 C)
- Numerische Modelle im Wasserbau (6 C)

gehört werden.

Das Modul Gewässerökologie und fischpassierbare Bauwerke (6 C) entfällt im Schwerpunkt und kann zukünftig im Ergänzungsbereich Umweltingenieurwesen Ergänzung absolviert werden.

**M1.3.3 Numerische Modelle im Wasserbau**

Anpassung der Modulinhalte und Ergänzung der Lehrenden.

**M2 Regenerative Energien –Sonne, Wind, Wasser-****M2.2 Simulationsmethoden für Windkraftanlagen**

Die Veranstaltung von Prof. Kuhl entfällt ab dem Sommersemester 2019.

**M3 Umweltingenieurwesen Ergänzung****M3.1 Geophysik und Geothermie****M3.2 Grundwasserhydrologie**

Die Module entfallen, da der Modulverantwortliche Prof. Koch in den Ruhestand geht.

**M3.5 Siedlungswasserwirtschaft – Wasserchemie, Neuartige Wasserinfrastrukturen, Energie aus Abwasser**

Neuer Modulverantwortlicher ist V.-Prof. Dr. Jörg Felmeden. Prof. Frechen geht in den Ruhestand. Änderung des Modulnamens sowie inhaltliche Änderungen der Veranstaltung SWW 11.

**M3.8 Regionale Hydrologie und Tracerhydrologie**

Das neue Modul wird von Prof. Gaßmann ab WS 18/19 angeboten.

**M3.9 Gewässerökologie und fischpassierbare Bauwerke**

Das Modul Gewässerökologie und fischpassierbare Bauwerke (6 C) entfällt im Schwerpunkt Wasserwirtschaft/Wasserbau und kann zukünftig im Ergänzungsbereich Umweltingenieurwesen Ergänzung absolviert werden.

**M4 Ingenieurwissenschaften Ergänzung****M4.11 Hydrologie der Oberflächengewässer****M4.20 Strömungen und Transport**

Die Module entfallen, da der Modulverantwortliche Prof. Koch in den Ruhestand geht.

## Änderungen ab April 2019

### M1 Schwerpunkt A

#### M1.1 Abfall- und Ressourcenwirtschaft

Das neue Modul „Bauabfälle und Deponien“ (Ressourceneffizienz im Bauwesen / Deponietechnik und Altlastensanierung) wird ab Sommersemester 2019 bzw. Wintersemester 2019/2020 im Schwerpunkt Abfall- und Ressourcenwirtschaft von Prof. Laner angeboten.

Das neue Modul „Vertiefung Ressourcenmanagement und Abfalltechnik“ (Praktikum: Ressourcenmanagement und Abfalltechnik / Seminar: Analysis, Evaluation and Design of Waste-Resource-Systems) wird ab Wintersemester 2019/2020 bzw. Sommersemester 2020 im Schwerpunkt Abfall- und Ressourcenwirtschaft von Prof. Laner angeboten.

#### M1.2 (neu) Hydrologie und Stoffhaushalt

Neuer Schwerpunkt von Prof. Gaßmann ab Sommersemester 2019 mit den Modulen: Regionale Hydrologie und Tracerhydrologie (ab WS18/19 bzw. Sose 2019) sowie Wassergütemodellierung (ab Sose 2016).

### M1.5 Verkehr und Umwelt

#### M1.5.1 ehem. Erhebung der Verkehrsnachfrage

Änderung des Modulnamens in „Seminar Verkehrserhebungen und Datenmanagement“ sowie inhaltliche Änderungen.

### M3 Umweltingenieurwesen Ergänzung

#### M3.1 Angewandte Hydraulik

Neuer Modulverantwortlicher ist Dr.-Ing. Klaus Träbing, da Dr.-Ing. Rainhard Hassinger in den Ruhestand geht.

#### M3.3 Energiemanagementsysteme

Aufnahme der Lehrveranstaltung Energiemanagementsysteme von Prof. Jens Hesselbach (FB 15).

#### Gewässerökologie und fischpassierbare Bauwerke

Das Modul „Gewässerökologie und fischpassierbare Bauwerke“ von Prof. Dr. Jeannette Völker und Dr.-Ing. Reinhard Hassinger entfällt ab Sommersemester 2019.

#### M3.5 Infrastrukturplanung und räumlicher Bezug

Neue Lehrveranstaltung von Vertr.-Prof. Jörg Felmeden und PD Dr. Thomas Kluge (FB 06).

#### M3.6 Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung

Neue Lehrveranstaltung von Prof. Stephan Theobald und dem Lehrbeauftragten Dr.-Ing. Bernd Rusteberg.

## Änderungen ab Oktober 2019

### M4 Fachübergreifende Methoden und Inhalte

Neue Veranstaltung M4.2 (neu) Modellbildung und Simulation mit System Dynamics – Ökologische Bewertung dynamischer Systeme I + II im Umfang von 6 Credits von Dr. Mostert (CESR).

### M5 Mathematische Vertiefung

Das Modul M5.3 Höhere Mathematik IV: Stochastik für Ingenieure entfällt für alle Studierenden, die ab WS 19/20 in den Masterstudiengang Umweltingenieurwesen immatrikuliert sind.

## Änderungen ab April 2020

### M1.1 Abfall- und Ressourcenwirtschaft

Neue Zusammensetzung des Schwerpunktes für Erstsemester ab Sommersemester 2020:  
Wenn der Schwerpunkt gewählt wird, müssen mindestens 6 Credits aus den Modulen „Bauabfälle und Deponien“ oder „Vertiefung Ressourcenmanagement und Abfalltechnik“ gewählt werden. Die übrigen 6 Credits können frei aus den angeführten Modulen gewählt werden.

### M1.2. Hydrologie und Stoffhaushalt

Neue Zusammensetzung des Schwerpunktes für Erstsemester ab Sommersemester 2020:  
Wenn der Schwerpunkt gewählt wird, muss das Modul „Wassergütemodellierung“ im Umfang von 6 Credits absolviert werden. Innerhalb des Moduls „Hydrologische Methoden“ ist das Teilmodul Tracerhydrologie (3 Credits) oder „GIS-Anwendungen in der Hydrologie“ (3 C) ergänzt werden.

### M3 Umweltingenieurwesen Ergänzung

#### M3.6 Integrierte Wasserbewirtschaftung

Änderung des Modulnamens (vorher Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung). Hinzufügen des Teilmoduls „Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung“ (3 C).

#### M3.12 Vertiefende Hydromechanik

Neues Modul wird von Dr.-Ing. Klaus Träbing ab Sommersemester 2020 in der Ergänzung Umweltingenieurwesen angeboten. Es ersetzt das Modul „Angewandte Hydraulik“

## Änderungen ab November 2020

### M1.4 Wasserwirtschaft/Wasserbau

M1.4.1 Gewässerentwicklung, Flussgebiets- und Hochwassermanagement  
Umbenennung des Moduls in „Naturnaher Wasserbau, Flussgebiets- und Hochwassermanagement“.

### M1.5 Schwerpunkt Umwelt und Verkehr

#### M1.5.2 Modellierung der Verkehrsnachfrage

Streichung der Studienleistung als Voraussetzung für die Prüfungsteilnahme. Streichung der Prüfungsleistung Hausarbeit.

**B1.23. Schlüsselqualifikation Wirtschaft****B1.23.4 Wirtschaft im ÖPNV**

Neue Veranstaltung ab WS 2020/2021 (Prof. Sommer) im Umfang von 6 Credits.

**M3 Umweltingenieurwesen Ergänzung****M3.9 Luftreinhaltung – Bestimmung und Bewertung von Emissionen und Immissionen**

Neues Modul wählbar ab WS 2020/2021 im Bereich Umweltingenieurwesen Ergänzung.

**M7 Schlüsselqualifikationen**

Arbeitssicherheit im Baubetrieb

Neue externe Lehrbeauftragte Dipl.-Ing. Micha Drebes und Dipl.-Ing. Jens Möller ab Wintersemester 2020/2021 (Ruhestand Dipl.-Ing. Eckehard Becker).

**Änderungen ab April 2021****M1.2 Schwerpunkt Hydrologie und Stoffhaushalt****M1.2.1 Wassergütemodellierung**

Anpassung der Lehrinhalte und Änderung der Prüfungsleistung (statt Klausur nun Hausarbeit).

Verschiebung vom Sommer- in das Wintersemester.

**M1.3 Schwerpunkt Siedlungswasserwirtschaft****M1.3.1 Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen**

Änderung der Lehrveranstaltungsnamen. Teilweise Anpassung der Lernziele, Lehrinhalte, Änderung der Prüfungsleistungen. Neuer Modulverantwortlicher ist Prof. Dr.-Ing. Tobias Morck.

**M1.5 Schwerpunkt Verkehr und Umwelt****M1.5.1 Seminar empirische Verkehrsplanung**

Umbenennung des Moduls „Seminar Verkehrserhebungen und Datenmanagement“ in „Seminar empirische Verkehrsplanung“.

**M2 Schwerpunkt RE- Sonne, Wind, Wasser****M2.2.9 Wasserkraft und Energiewirtschaft**

Es entfällt das Teilmodul Energiewirtschaft und Stromerzeugung, da Prof. Pöhler in den altersbedingten Ruhestand geht.

**M3 Umweltingenieurwesen Ergänzung****M3.10 Siedlungswasserwirtschaft – Wasserchemie, Ressourcenorientierte Wasserinfrastruktursysteme, Energie aus Abwassersystemen**

Umbenennung des Teilmoduls „Neuartige Wasserinfrastrukturen“ in „Ressourcenorientierte Wasserinfrastruktursysteme“. Findet ab WS 21/22 im Wintersemester statt.

**Änderungen ab Oktober 2021****M1.5 Verkehr und Umwelt**

Module „Betrieb und Technik des ÖPNV“ und „Planung des ÖPNV“ und „Mobilitätsverhalten und Mobilitätskultur“ ab WS 21/22 wählbar. Es entfällt das Modul „Öffentlicher Personennahverkehr“.

**M1.2 Hydrologie und Stoffhaushalt****M1.2.2 Hydrologische Methoden**

Neues Seminar „Hydrological Research Seminar“ ab WS 21/22 innerhalb des Moduls wählbar.

**M1.3 Siedlungswasserwirtschaft**

Neue Aufteilung in zwei Module a' 6 Credits (bisher ein Modul 12 C). Neue Lehrveranstaltungsnamen.

- Weitergehende Abwasserreinigung und mathematische Prozesssimulation (6 C)
- Wasserversorgung, Wasseraufbereitung und Industrieabwasserreinigung (6 C)

**M5 Mathematische Vertiefung****M5.2 Operations Research**

Neue Zusammensetzung des Moduls. Inhaltliche Anpassungen. Streichung Lehrveranstaltung

Simulation. Aufteilung auf zwei Semester und eine gemeinsame Prüfung (OR 1+2).

**Änderungen ab April 2022****M1.5 Umwelt und Verkehr****M1.5.5 Radverkehr und Nahmobilität**

Das neue Modul wird ab Sommersemester 2022 von Prof. Francke angeboten.

**M3 Umweltingenieurwesen Ergänzung****M3.4 Groundwater reactive transport**

Das neue Modul wird ab Sommersemester 2022 von Prof. Mellage angeboten.

**Änderungen ab Oktober 2022****M1.5 Umwelt und Verkehr****M1.5.4 Nachhaltige Nahmobilität**

Das neue Modul wird ab WS 22/23 von Prof. Franke angeboten.

**M3 Umweltingenieurwesen Ergänzung****M3.12 Luftreinhaltung – Bestimmung und Bewertung von Emissionen und Immissionen**

Das Modul wird ab WS 2022/2023 nicht mehr angeboten.

**Änderungen ab April 2023****M1.5 Umwelt und Verkehr****M1.5.11 Aktuelle Themen der nachhaltigen Mobilität**

Neues Modul von Prof. Francke kann im Schwerpunkt gewählt werden.

**M2.1 Regenerative Energien – Thermische Verfahren****M2.1.2 Grundlagen der Bereitstellung und energetischen Nutzung von Biomasse**

Neuer Modulname ist „Grundlagen der energetischen Nutzung von Biomasse und Messtechnik thermischer Größen“. Anpassung der Inhalte und geänderte Prüfungsleistung.

**M3 Umweltingenieurwesen Ergänzung****M3.12 Messen und Modellieren in der Stadt- und Geländeklimatologie**

Neues Modul von Prof. Jänicke kann im Ergänzungsbereich gewählt werden.

**M3.13 Climate Model Analysis**

Neues Modul von Dr. Tölle kann im Ergänzungsbereich gewählt werden.

## Änderungen ab April 2023

### **M4 Fachübergreifende Methoden und Inhalte**

Neues Modul Datenmodelle und Validierung (Prof. Kirchner) kann an Sommersemester 2023 im Bereich Fachübergreifende Methoden und Inhalte gewählt werden.

## Änderungen ab April 2024

### **M1.2.2 Hydrologische Methoden**

Die Veranstaltung Tracerhydrologie wird ab dem SoSe 2024 englischsprachig angeboten.

Umbenennung der Veranstaltung „Hydrological Research Seminar“ in „Scientific writing in Hydrology“

### **M1.3 Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen**

#### **M1.3.2 Zukunftsähige Wasserversorgung und Industrieabwasserreinigung**

Inhaltliche Umstellung des Moduls 1.3.2.

#### **M1.3.3 Dynamic modelling of biological wastewater treatment processes**

Das neue Modul (englischsprachig) ist ab SoSe 2024 im Schwerpunkt Siedlungswasserwirtschaft wählbar.

### **M7 Schlüsselqualifikationen**

Es können folgende neue Veranstaltungen von Prof. Timo Braun (FB 15) gewählt werden: Strategic Project Management, Projektmanagement 1 und 2, Führung und Verhalten in Projekten.

## Änderungen ab Oktober 2024

### **M1.1.3 Nachhaltiges Ressourcenmanagement**

Professor Stefan Bringezu geht in den Ruhestand. Das Modul wird von Anna Schomberg, M. Sc (FB 15) übernommen.

### **M1.1.3 Ressourcengovernance und Umweltmanagement**

Aufgrund des Ruhestandes von Professor Bringezu entfällt das Modul.

### **M1.5.3 Modellierung der Verkehrsnachfrage**

Das Modul wird ab WS 24/25 jedes Wintersemester angeboten.

### **M2.2.3 Regelung und Netzintegration von Windkraftanlagen**

Das Modul wird zukünftig im Umfang von 6 Credits angeboten.

### **M2.2.8 Strömungsmaschinen**

Die Lehrveranstaltungen Fluidodynamik und Turbomaschinen (Prof. Lawerenz, FB 15) werden nicht mehr angeboten. Die Lehrveranstaltung „Nutzung der Windenergie“ wird weiterhin von Dr. Christian Nöding (FB 16) angeboten.

### **M3.2 Energiemanagementsysteme**

Das Modul von Professor Hesselbach (FB 15) wird nicht mehr angeboten.

### **M3.6 Lebenszyklus von Verkehrswegebefestigungen**

Die Veranstaltung wird nicht mehr angeboten (Prof. Mollenhauer).

**M3.8 Methoden der Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit**

Professor Stefan Bringezu geht in den Ruhestand. Das Modul wird von Anna Schomberg, M. Sc (FB 15) übernommen.

**M3.10 Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit – Anwendungen**

Aufgrund des Ruhestandes von Professor Bringezu entfällt das Modul.

**M6 Umweltrecht**

Die Lehrveranstaltungen Bodenschutzrecht und Fachplanungsrecht entfallen.

**M6.9 Recht im Verkehrswesen**

Umbenennung des Wahlpflichtmoduls „Recht im Verkehrswesen“ in „ÖPNV-Recht“ (27.11.2024).

**M6.8 Privates Baurecht**

Die Veranstaltung wird zukünftig im Sommersemester von RAin Helena Götte angeboten.

**Änderungen ab April 2025****M1.1 Abfall- und Ressourcenwirtschaft****M1.1.1 Bauabfälle und Deponien**

Die englischsprachige Veranstaltung „Landfill engineering and contaminated site remediation“ ersetzt die Veranstaltung „Deponietechnik und Altlastensanierung“.

**M2.2 Regenerative Energien – Sonne, Wind, Wasser****M2.2.1 Standortbewertung für Windenergieanlagen**

Modul kann ab Sommersemester 2025 im Schwerpunkt Regenerative Energien- Sonne, Wind, Wasser und Umweltingenieurwesen Ergänzung gewählt werden.

**M2.2.4 Simulation solarunterstützter Wärmeversorgungssysteme: TRNSYS**

Das Modul kann im Schwerpunkt RE-Sonne, Wind, Wasser und Umweltingenieurwesen Ergänzung gewählt werden.

**M2.2.5 Transformation der industriellen Wärmeversorgung**

Das Modul kann im Schwerpunkt RE-Sonne, Wind, Wasser und Umweltingenieurwesen Ergänzung gewählt werden.

**M2.2.6 Planung solarunterstützter Wärmeversorgungssysteme**

Umbenennung des Moduls in „Planung innovativer Wärmeversorgungssysteme“.

**M2.2.7 Solarthermische Komponenten und Messtechnik**

Umbenennung des Moduls in „Praktikum Solarthermische Komponenten und Systeme“.

**M2.2.10 Solartechnik**

Umbenennung des Moduls in „Wärmepumpen und Solarthermie“.

**M3 Umweltingenieurwesen Ergänzung****M3.6 Praktikum Thermische Messtechnik**

Das Modul kann im Bereich Umweltingenieurwesen Ergänzung gewählt werden.

**M3.11. Offshore Foundations**

Das englischsprachige Modul wird ab Sommersemester 2025 neu vom Fachgebiet Geotechnik angeboten.

**M3.13 Kunststoffprüfung und Qualitätssicherung in der Kunststoffverarbeitung**

Modul kann im Bereich Umweltingenieurwesen Ergänzung gewählt werden.

**M4 Fachübergreifende Methoden und Inhalte****M4.4 Simulation und Steuerung von Produktions- und Energiesystemen**

Modul von Prof. Junge wird nicht mehr angeboten. Stattdessen bietet er das Modul „Dekarbonisierung von Unternehmen“ an.

**Änderungen ab Oktober 2025****M3 Umweltingenieurwesen Ergänzung**

Die folgenden Lehrveranstaltungen von Professor Lechtenböhmer (FB 15) können im Bereich Umweltingenieurwesen Ergänzung gewählt werden:

- Zukunftsforschung und Szenariotechnik – Grundlagen (3 C)
- Zukunftsforschung und Szenariotechnik – Modellierung von Szenarien (3 C)
- Industrietransformation und Energiewende (3 C)
- Transformative Industriepolitik und Energiewende (3 C)
- Qualitative Szenarioanalyse mit der Cross-Impact-Bilanzanalyse (3 C)
- Spezielle Fragen der Industrie- und Energiesystemtransformation (3 C)
- Der Wandel zur klimaneutralen Produktion und seine internationale Dimension (3 C)
- Quantitative Energiesystemanalyse in Theorie und Praxis (3 C)

**M5 Mathematische Vertiefung****M5.3 Wissenschaftliches Programmieren mit Python und Geodaten**

Modul kann ab Wintersemester 2025/2026 gewählt werden.

**M6 Schlüsselqualifikation Umweltrecht****M6.10 Straßenverkehrsrecht**

Die Lehrveranstaltung kann ab WS 2025/2026 im Bereich Umweltrecht gewählt werden.

**M7 Schlüsselqualifikation**

Das Modul Grundlagen der Psychologie für das Ingenieurwesen von Professorin Francke wird ab Wintersemester 2025/2026 neu angeboten.