



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)

Stand 20.08.2020

Inhaltsverzeichnis

Studienziele und Kompetenzprofil	5
Exemplarischer Studienverlauf Masterstudiengang Umweltingenieurwesen	8
Studieninformationen zu den Schwerpunkten und Ergänzungsbereichen	9
M1 Schwerpunkt Umwelttechnik A	11
M1.1 Abfall- und Ressourcenwirtschaft	11
M1.1.1 Bauabfälle und Deponien	11
M1.1.2 Nachhaltiges Ressourcenmanagement.....	14
M1.1.3 Ressourcengovernance und Umweltmanagement	18
M1.1.4 Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen der globalen Rohstoffproduktion	20
M1.1.5 Vertiefung Ressourcenmanagement und Abfalltechnik	23
M1.2 Hydrologie und Stoffhaushalt.....	26
M1.2.1 Wassergütemodellierung.....	26
M1.2.2 Hydrologische Methoden	29
M1.3 Siedlungswasserwirtschaft	33
M1.3.1 Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen.....	33
M1.4 Wasserwirtschaft/Wasserbau.....	37
M1.4.1 Gewässerentwicklung, Flussgebiets- und Hochwassermanagement	37
M1.4.2 Numerische Modelle im Wasserbau	41
M1.5 Umwelt und Verkehr	43
M1.5.1 Seminar Verkehrserhebungen und Datenmanagement (ehemals Erhebung der Verkehrsnachfrage)	43
M1.5.2 Modellierung der Verkehrsnachfrage.....	45
M1.5.3 Öffentlicher Personennahverkehr	47
M1.5.4 Telematikunterstützter Personen- und Güterverkehr	49
M1.5.5 Verkehrstechnik II.....	51
M1.5.6 Wirtschaft im ÖPNV.....	53
M2 Schwerpunkt Umwelttechnik B.....	55
M2.1 Regenerative Energien – Thermische Verfahren	55
M2.1.1 Energiewandlungsverfahren	55
M2.1.2 Grundlagen der Bereitstellung und energetischen Nutzung von Biomasse	57
M2.2 Regenerative Energien – Sonne, Wind, Wasser.....	60
M2.2.1 Analytische und numerische Berechnung von Energieerzeugungsanlagen in der Wasser- und Windkraft	61
M2.2.2 Photovoltaik Systemtechnik 1+2	63
M2.2.3 Regelung und Netzintegration von Windkraftanlagen.....	65
M2.2.5 Solartechnik.....	67

M2.2.6 Planung solarunterstützter Wärmeversorgungssysteme	69
M2.2.7 Solarthermische Komponenten und Messtechnik	71
M2.2.8 Strömungsmaschinen	73
M2.2.9 Wasserkraft und Energiewirtschaft	76
M2.2.10 Windenergie als Teil des Energieversorgungssystems	78
M3 Umweltingenieurwesen Ergänzung	80
M3.1 Energiemanagementsysteme	81
M3.2 Infrastrukturplanung und räumlicher Bezug	83
M3.3 Integrierte Wasserbewirtschaftung (IWRM)	86
M3.4 Methoden der Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit	93
M3.5 Parameter der Nachhaltigkeit – Stoffliche und energetische Ressourcen	96
M3.6 Siedlungswasserwirtschaft – Wasserchemie, Neuartige Wasserinfrastrukturen, Energie aus Abwassersystemen	98
M3.7 Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit – Anwendungen	101
M3.8 Vertiefende Hydraulik	104
M3.9 Luftreinhalung – Bestimmung und Bewertung von Emissionen und Immissionen	108
M4 Ingenieurwissenschaften Ergänzung	110
M4.2 Arbeitssicherheit im Baubetrieb (AS2)	111
M4.3 Bahnbau und Bahnbetrieb	113
M4.4 Baustatik	115
M4.5 Bodenmechanik	118
M4.6 Einführung in die Simulationsumgebung TRNSYS	121
M4.8 Experimentelle Mechanik I	123
M4.10 Geotechnik im Umweltingenieurwesen	127
M4.11 GIS Erweiterungskurs	129
M4.12 Intelligente Stromnetze	131
M4.13 Konstruktiver Verkehrswegebau	133
M4.14 Modellierung und Simulation: Analyse kontinuierlicher Systeme	135
M4.15 Numerische Mechanik I+II	137
M4.16 Operations Research und Simulation BO4	142
M4.17 Rheologie und Gebrauchsverhalten von Straßenbaustoffen	145
M4.18 Simulation und Steuerung von Produktions- und Energiesystemen	147
M4.19 Sondergebiete der Bauphysik und der TGA in der Architektur – Planungsinstrumente	149
M4.20 Strömungsmesstechnik	151
M4.21 Wärmeübertragung II	153
M5 Mathematisch- naturwissenschaftliche Vertiefung	155
M5.1 Numerische Mathematik für Ingenieure	155
M5.2 Stochastik für Ingenieure	157

M6 Schlüsselqualifikation Umweltrecht	159
M6.1 Arbeitssicherheit im Baubetrieb (AS1).....	160
M6.2 Bauplanungs- und Bauordnungsrecht	162
M6.3 Bodenschutzrecht	164
M6.4 Energierecht	166
M6.5 Europäisches und deutsches Gewässerschutzrecht	170
M6.6 Europäisches und internationales Umweltrecht.....	172
M6.7 Fachplanungsrecht	174
M6.8 Immissionschutzrecht	176
M6.9 Klimaschutzrecht.....	178
M6.10 Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht	180
M6.11 Privates Baurecht	182
M6.12 Recht im Verkehrswesen	184
M7 Schlüsselqualifikation Umweltökonomie	186
M7.1 Introduction to Environmental Economics (Ökonomik der Umwelt).....	187
M7.2 Nachhaltige Unternehmensführung –Grundlagen.....	189
M7.3 Projektmanagement Vertiefung.....	191
M8 Masterabschlussmodul.....	193
Aktualisierung älterer Versionen	195

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 anspruchsvoller 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 anwendungsorientierten 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.

Ingenieur Anwendung 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 Konzepten 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, selbständig 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

Masterstudium	3. Sem	Masterabschlussmodul								30 C	
	2. Sem	Umweltechnik Schwerpunkt A 12 C	Umweltechnik Schwerpunkt B 12 C	Umweltingenieurwesen Ergänzung 6 C	mathematisch- naturwiss. Vertiefung 6 C		Ingenieurwissenschaften Ergänzung 6 C	SQ Umweltökonomie 6 C	SQ Umweltrecht 6 C		30 C
	1. Sem										
30 C										90 C	



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 und Ingenieurwissenschaften Ergänzung

In den Ergänzungsbereichen Umweltingenieurwesen und Ingenieurwissenschaften 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)**, **Ingenieurwissenschaften Ergänzung (6–12 C)**, **Mathematisch–naturwissenschaftliche Vertiefung (6 C)**, **Schlüsselqualifikation Umweltrecht (6 C)** sowie **Schlüsselqualifikation Umweltökonomie (6 C)** sind den entsprechenden Rubriken des Modulhandbuchs zu entnehmen.

M1 Schwerpunkt Umweltechnik 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.

- Bauabfälle und Deponien (6 C)
- Nachhaltiges Ressourcenmanagement – Grundlagen und Anwendung (6C)
- Ressourcengovernance und Umweltmanagement (6 C)
- 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 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. 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>Ressourceneffizienz im Bauwesen (RA-BA)</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"> • Ressourceneffizienz im Bauwesen (RA-BA) • Materiallager in Gebäuden und Infrastruktur • Ökobilanz im Bauwesen (inkl. Nachhaltigkeitszertifizierung) • Verfahren zum Abbruch und Rückbau von Bauwerken (inkl. Bauwerkserkundung) • Grundlagen zu Bauabfällen (Entwicklung, Rechtsvorschriften, Umweltauswirkungen und Qualitäten) • Recycling von Bauabfällen (Erdaushub, Straßenaufbruch, Bauschutt, Baustellenabfälle) • Aufbereitungsverfahren (Erdaushub, Straßenaufbruch, Bauschutt, Baustellenabfälle) <p>Deponietechnik und Altlastensanierung (RA-DA) 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 Ablagerungen vorgestellt. Ausgewählte Inhalte werden anhand von kleinen Übungsaufgaben vertieft.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rolle der Deponie in der Abfallwirtschaft • Rechtliche Rahmenbedingungen • Deponietypen und Ablagerungsverhalten von Abfällen • Deponiebau und Deponiebetrieb • Deponienachsorge und Stabilisierungsmaßnahmen • Altlastenerkundung und -sanierung
Titel der Lehrveranstaltungen	Ressourceneffizienz im Bauwesen (RA-BA) Deponietechnik und Altlastensanierung (RA-DA)
(Lehr- / Lernformen)	Vortrag; Videos & Exkursionen; Übungen (im Rahmen der LVAs);
Verwendbarkeit des Moduls	Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen Masterstudiengänge Umweltingenieurwesen und REE
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	RA-BA : jedes Wintersemester RA-DA: jedes Sommersemester
Sprache	Deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundlagen Abfalltechnik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	RA-BA Präsenzzeit: 2 SWS (26 Stunden), 1 Exkursion + Protokoll (8 Stunden)

	RA – DA Präsenzzeit: 2 SWS (26 Stunden), 1 Exkursion + Protokoll (8 Stunden) Selbststudium gesamt: 112 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (120 min) Beide Teilmodule können auch einzeln oder in Kombination mit anderen Teilmodulen belegt werden.
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. David Laner
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. David Laner, M.Sc. Jakob Feiler
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 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 die Kommunikations- und Organisationskompetenz erhöht durch mündliche und schriftliche Präsentationen in Kleingruppen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	<p>NRM Grundlagen: VL, Ü (2 SWS)</p> <p>NRM Anwendungen: S (2 SWS)</p>
Lehrinhalte	<p>NRM- Grundlagen</p> <p>Analyse globaler Ressourcennutzung</p> <p>Konzept des sozio-industriellen Metabolismus, Analysetypen (SFA, MSA, LCA, IOA, ewMFA) und Indikatoren</p> <p>Trends globaler Ressourcennutzung</p> <p>Mineralien, Biomasse, Land; relative und absolute Abkoppelung; EKC Hypothese vs. Belege; Gründe für Problemverlagerung</p> <p>Zukunftsfähiger Metabolismus</p> <p>Notwendige Bedingungen für nachhaltigen Stoffwechsel am Beispiel der EU; die "Großen Drei" Indikatoren und vier Kernstrategien</p> <p>Ressourceneffiziente und recyclingbasierte Industrie</p> <p>Faktor4/10, Rolle von Einsparung, Substitution, Recycling und Produktdesign; Ressourceneffizienz u. Klimawirkung</p> <p>Balancierte Bio-ökonomie und Bionikonomie</p> <p>Beispiel Biokraftstoffe: Verlagerung von Umwelt- und Sozialproblemen; nachhaltige Nutzung von Biomasse; kurz- u. langfristige Strategien.</p> <p>MIPS – Konzept und Messung</p> <p>Materialintensitätsanalyse nach dem MIPS-Konzept (Material Input pro Serviceeinheit); Schema und Übung zur Berechnung; Beispiele;</p>

	<p>Ressourcenintensität von Stromerzeugungssystemen; Datenquellen</p> <p>NRM- Anwendungen</p> <p>Die Inhalte von NRM Grundlagen werden vorausgesetzt und in Form eines Seminars vertieft.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationssysteme zu Ressourcennutzung in Produktion und Konsum (z.B. aktuelle Indikatorenentwicklung) • Aktuelle Politiken zu Nachhaltigem Ressourcenmanagement (z.B. EU Roadmap Resource Efficiency; Deutschland: ProgRes) • Ableitung politischer Ziele für Ressourceneffizienz und NRM (metabolismusorientiert z.B. für die Ausgestaltung jener Politikprogramme) • Ressourceneffiziente Öffentliche Beschaffung (z.B. zur Bewertung baulicher Investitionsprojekte) • Ressourcenintensität ausgewählter Energiesysteme (z.B. Windgas) • Beurteilung der Wirksamkeit von Strategien und Maßnahmen der Kreislaufwirtschaft (z.B. "Carbon Capture and Use" oder Wertstofftonne) • Analyse und Bewertung von Maßnahmen zur Integration von Stoff- und Energieversorgung (z.B. Vertical Farming) <p>-</p> <p>Es fließen jeweils aktuelle Beispiele aus Forschungsprojekten des Wuppertal Instituts und aus wissenschaftlichen und beratenden Gremien ein (z.B. International Resource Panel).</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Nachhaltiges Ressourcenmanagement- Grundlagen Nachhaltiges Ressourcenmanagement- Anwendungen
(Lehr-/ Lernformen)	<p>In NRM-Grundlagen werden die Kurseinheiten über ppt-Präsentationen vermittelt, die selbständiges Vor- und Nachbereiten unterstützen. Diese werden von den Studierenden vor der Präsenzveranstaltung durchgesehen. Bei der Präsenzveranstaltung stellt der Dozent die besonders wichtigen Themen heraus und es werden gemeinsam Übungsfragen und -aufgaben behandelt.</p> <p>In NRM-Anwendungen bilden die Studierenden 2er oder 3er Gruppen, wählen aus einer Liste ihr Vertiefungsthema aus und bearbeiten es nach einer Einführung durch den Dozenten. Die Gruppen präsentieren innerhalb der Vorlesungszeit ihre Herangehensweise an das Thema. Dies wird gemeinsam im Kurs diskutiert und bildet die Basis für die Erstellung der Seminararbeit (10 Seiten pro Person), die in den folgenden zwei Monaten erstellt wird.</p>

Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor- oder Masterstudiengang Umweltingenieurwesen Regenerative Energien und Energieeffizienz, Nachhaltiges Wirtschaften, Wirtschaftsingenieurwesen, Architektur
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	NRM- Grundlagen: jedes Wintersemester NRM-Anwendungen: jedes Sommersemester
Sprache	deutsch mit englischen Lehrmaterialien
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	NRM- Grundlagen Präsenzzeit: 2 SWS (25 Stunden) Selbststudium: 65 Stunden NRM-Anwendungen Präsenzzeit: 2 SWS (20 Stunden) Selbststudium (inkl. Gruppenarbeit): 70 Stunden
Studienleistungen	NRM-Anwendungen: Kurzpräsentation (15 min.)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	NRM-Grundlagen: Klausur (60 min) NRM-Anwendungen: Seminararbeit (10 Seiten)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stefan Bringezu
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Stefan Bringezu
Medienformen	ppt Präsentationen und unterstützendes Lehrmaterial, das über Moodle angeboten wird
Literatur	NRM-Grundlagen Die ppt-Präsentationen sind so aufgebaut, dass sie den geforderten Stoff vollständig enthalten. Als unterstützende Literatur dient hauptsächlich: S. Bringezu and R. Bleischwitz (contr. eds.) (2009): Sustainable Resource Management. Greenleaf Publishers. NRM-Anwendungen

	hier wird themenspezifisch ausgewählte Literatur angeboten, die Studierenden begeben sich jedoch auch selbstständig auf Quellensuche zu ihrem Thema.
--	--

M1.1.3 Ressourcengovernance und Umweltmanagement

Nummer/Code	
Modulname	Ressourcengovernance und Umweltmanagement
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Studierende verstehen die Steuerungsmöglichkeiten des Einsatzes natürlicher Ressourcen, die sich über verschiedene Handlungsebenen erstrecken und neben dem Staat auch Akteure der Wirtschaft und von NGOs einbeziehen.</p> <p>Sie haben einen Überblick über die Instrumente zur nachhaltigen Gestaltung des sozio-industriellen Stoffwechsels und der damit verbundenen Ressourcennutzung. Sie haben vertieften Einblick genommen in ausgewählte Instrumente und kennen die Bedingungen ihrer Wirksamkeit sowie des Risikos von Problemverlagerungen. Sie kennen die für die Umsetzung staatlicher Vorgaben und gesellschaftlicher Ziele im betrieblichen Umweltmanagement erforderlichen Informationen und Maßnahmen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	Teil I ,WiSe: VL (2 SWS), Teil II: SoSe: S (2 SWS)
Lehrinhalte	<p>Im Rahmen der Veranstaltung werden die Strategien und Instrumente nachhaltiger Ressourcengovernance und ihrer Verbindung mit betrieblichem Umweltmanagement vermittelt, wobei Beispiele aus Deutschland und anderen Ländern herangezogen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundsätze der Governance (Transitionszyklus etc.) • Politische Programme auf nationaler, EU und internationaler Ebene (Deutsches Ressourceneffizienzprogramm, EU Circular Economy Package, Agenda 2030 der Vereinten Nationen etc.) • Regulative Instrumente – „Command & Control“ (Verbote, Gebote) • Marktorientierte Instrumente (Abgaben, Steuern, Zertifikate, Bonusregelungen, Vergaberichtlinien) • Informationsbasierte akteursorientierte Instrumente (Monitoring, Indikatoren, Zielvereinbarungen, Roadmaps, Ressourceneffizienz-/Energieagenturen, Richtlinien) • Innovationsorientierte Maßnahmen (dynamische Standards, Normen, Auszeichnungen) • Betriebliches Umweltmanagement (Fokus Information und Kommunikation) <p>In die Veranstaltung fließen u.a. Erkenntnisse des <i>International Resource Panel</i> ein.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Ressourcengovernance und Umweltmanagement I (WiSe) Ressourcengovernance und Umweltmanagement II (SoSe)
(Lehr-/ Lernformen)	Teil 1: Der Stoff wird mittels ppt-Präsentationen vorgestellt und mit Übungsfragen gefestigt.

Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Teil 2: Auf der Basis von Einführungen in die Themenbereiche vertiefen sich die Studierenden unter Anleitung und über die Auswertung und Recherche von Literatur in ausgewählte Themen.
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Umweltingenieurwesen (M1 Schwerpunkt Abfall- und Ressourcenwirtschaft, SQ Umweltökonomie PO 2014), RE2, Nachhaltiges Wirtschaften, Wirtschaftsingenieurwesen und Zertifikatsprogramm Umweltwissen des GradZ. Einzelne Studiengänge rechnen die Veranstaltung als Schlüsselqualifikation an.
Dauer des Angebotes des Moduls	Teil I im WiSe, Teil II im SoSe
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	s.o.
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: 2 SWS (WiSe 26 Stunden, SoSe 20 Stunden) Selbststudium: (WiSe 64, SoSe 70 Stunden)
Studienleistungen	Teil 2: Präsentation der Studienergebnisse (15min.)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Teil 1: Klausur (60 min) Teil 2: Anrechnung der Studienleistung, Seminararbeit (10 S.).
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stefan Bringezu
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Stefan Bringezu
Medienformen	Power Point Präsentationen (werden auf Moodle gestellt), im WiSe mit online Übungsfragen; im SoSe individuelle Beratung und Gruppengespräche
Literatur	Ausgewählte Literatur wird in der Veranstaltung angegeben und über Moodle zur Verfügung gestellt.

M1.1.4 Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen der globalen Rohstoffproduktion

Nummer/Code	
Modulname	Ressourcenverbrauch und Umweltbelastungen der globalen Rohstoffproduktion
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	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 Sekundärmaterialien 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.
Lehrveranstaltungsarten	Vorlesung + Seminar (VL+SE), 4 SWS
Lehrinhalte	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: <ul style="list-style-type: none"> • die Eigenschaften der Rohstoffe mit einem Fokus auf Bau- und Industriemineralien sowie Metalle, ihre ökonomische Bedeutung und technischen Anwendungsbereiche • die Prozesskette der Rohstoffproduktion inkl. Exploration, Extraktion, Aufbereitung und Transport sowie dabei eingesetzte Verfahren • die entlang der Prozesskette erforderlichen Ressourcenaufwendungen von Material, Energie, Wasser und Land sowie die damit verbundenen Umweltwirkungen • die Ökobilanzierung, mit den entsprechenden Wirkungsabschätzungsmethoden und den Techniken zum Umgang mit Datenunsicherheiten

	<ul style="list-style-type: none"> • das Konzept der Vier Fußabdrücke i.e. Material, Treibhausgase, Wasser und Land und ihre Anwendung auf die Rohstoffproduktion • die möglichen Strategien zur Reduzierung der Ressourcenverbräuche und Umweltwirkungen der Rohstoffnutzung <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"> • eine Einführung in die Analysen und Auswertung von globalen Minendaten • eine Schulung zum Einsatz der Software openLCA und der gängigen Ökobilanzdatenbanken wie ecoinvent und GaBi • eine Einführung in die Entwicklung von Charakterisierungsmodellen für die Vier Fußabdrücke • die Durchführung von Monte-Carlo Simulation zur Abschätzung von Unsicherheiten auf der Grundlage von Wahrscheinlichkeitsverteilungen • eigene Analysen und Berechnungen zum Ressourcenverbrauch und den Umweltbelastungen der Rohstoffproduktion unter Berücksichtigung von Datenunsicherheiten
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 Übungsbeispielen; individuelle Beratung und Gruppengespräche
Literatur	Ausgewählte Literatur wird in der Veranstaltung angegeben und über Moodle zur Verfügung gestellt.

M1.1.5 Vertiefung Ressourcenmanagement und Abfalltechnik

Nummer/Code	
Modulname	Vertiefung Ressourcenmanagement und Abfalltechnik
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 selbständig analysiert, interpretiert sowie hinsichtlich Stärken und Schwächen diskutiert werden.</p>
Lehrveranstaltungsarten	P/i, SU (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Praktikum: Ressourcenmanagement und Abfalltechnik (RA-P) Anhand konkreter Aufgabenstellungen werden die Planung und Durchführung von Versuchen und Probenahmen einschließlich der Interpretation der Ergebnisse durchexerziert. 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>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sicherheit in Labor und Technikum • Versuchsplanung und Durchführung • Fehlerbetrachtung und Fehlerberechnung • Probenahme und Repräsentativität • Ausgewählte Versuche (z.B. Zerkleinerung, Rauchgasmessung...) • Messungen und analytische Untersuchungen <p>Seminar: Analysis, Evaluation and Design of Waste-Resource Systems (RA-S) 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"> • Erstellung von Material- und Stoffflussanalysen • Ökobilanzierung zur Bewertung von Umweltauswirkungen in Zusammenhang mit der Bewirtschaftung von Abfällen

	<ul style="list-style-type: none"> • Ansätze zur Optimierung von Ressourcensystemen
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)

	RA-S: Zwischen- und Abschlusspräsentation (jeweils 10 min), Fachgespräch zur Abschlusspräsentation (15 min) und ausgearbeiteter Projektbericht (20 Seiten) Beide Teilmodule können auch einzeln oder in Kombination mit anderen Teilmodulen belegt werden.
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. David Laner
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. David Laner Dipl.-Ing. Gregor Dürl, MSc. 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. Innerhalb des Moduls „Hydrologische Methoden“ ist das Teilmodul Tracerhydrologie (3 Credits) verpflichtend und aus der folgenden Liste ein weiteres Teilmodul zu wählen:

- Regionale Hydrologie (3 C)
- GIS-Anwendungen in der Hydrologie (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"> - Aufgabenstellungen der Modellierung - Klassifizierung von Wassergütemodellen <ul style="list-style-type: none"> o 1D, 2D und 3D-Modelle o Flächenkonzentrierte und flächenverteilte Modelle o Gerinne-, Boden- und Einzugsgebietsmodelle - Häufig verwendete Modellkonzepte <ul style="list-style-type: none"> o Konservativer Transport o Reaktiver Transport - Modellierung verschiedener Wasserqualitätsparameter <ul style="list-style-type: none"> o Erosion/Sedimenttransport o Nährstoffe o Pflanzenschutzmittel - Güte der Modellergebnisse <ul style="list-style-type: none"> o Gütemaße o Unsicherheitsanalyse - Pre- und Postprocessing bei der Modellierung - Vorstellung konkreter Modelle und deren Anwendungen <ul style="list-style-type: none"> o FRM o MACRO o SWAT o AnnAGNPS

	○ ZIN-AgriTra
Titel der Lehrveranstaltungen	Wassergütemodellierung
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vorlesung, Gruppenarbeit (Zwei Personen pro Hausarbeit), problembasiertes Lernen (Hörsaalübungen), selbstgesteuertes Lernen (Hausarbeit)
Verwendbarkeit des Moduls	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	Wasserbau und Wasserwirtschaft Grundlagen Umweltverhalten von Chemikalien in aquatischen Systemen (erstmalig im WS 2015/16 im BSc. Umweltingenieurwesen)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 80 Stunden
Studienleistungen	Eine Hausarbeit (40 Stunden)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Testierte Hausarbeit
Prüfungsleistung	Klausur (90 min)
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

	<p>Neitsch, S., Arnold, J., Kiniry, J., Williams, J.R., 2011. SWAT2009 Theoretical Documentation. Texas Water Resources Institute Technical Report No. 406.</p> <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>Tracerhydrologie</p> <p>Studierende kennen die theoretischen Grundlagen der Anwendung natürlicher (z.B. Wasserisotope) und künstlicher (z.B. Fluoreszenztracer) Tracer in der Hydrologie. Anhand von Beispielen haben Studierende Anwendungsgebiete dieser Tracer kennen gelernt. Sie können einen Tracerversuch eigenständig planen, durchführen und auswerten.</p> <p>Regionale Hydrologie</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>GIS-Anwendungen in der Hydrologie</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>
Lehrveranstaltungsarten	VL, S, Ü, P/i
Lehrinhalte	<p>Tracerhydrologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Künstliche Tracer <ul style="list-style-type: none"> ○ Fluoreszenztracer ○ Salztracer ○ Messtechnik • Natürliche Tracer: Wasserisotope <ul style="list-style-type: none"> ○ Delta-Notation ○ Isotopenfraktionierung ○ Verweilzeit ○ Altersdatierung • Planung und Durchführung eines Tracerversuchs <ul style="list-style-type: none"> ○ Einspeisemenge und -ort

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Messung ○ Auswertung <p>Regionale Hydrologie</p> <p>Einführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hydrologie von Trockengebieten • Hydrologie von Gebirgen • Hydrologie des Tieflands <p>Erarbeitung einer eigenen Fallstudie als Hausarbeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vertieftes wissenschaftliches Arbeiten • Umgang mit internationalen Veröffentlichungen • Erstellen eines wissenschaftlichen Textes • Vortrag vor dem Kurs <p>GiS-Anwendungen in der Hydrologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arbeit mit QGIS, SAGA-GiS und R • Einführung (Wiederholung) in die Arbeit mit GiS-Datenstrukturen • Beschaffung von Quell-offenen Daten (bspw. Gebietsniederschlag, Abfluss, Bodenart, Bodenfeuchte, Vegetation) • Umgang mit der Beschaffung von Satelliten-Daten • Einführung (Wiederholung geostatistischer Grundlagen am Beispiel hydrologischer Modellierung • Einführung in die Funktionsweise ausgewählter Algorithmen (bspw. Ableiten eines Einzugsgebietes aus dem digitalen Höhenmodell • Aufbereitung von Landnutzungsdaten, Klimadaten und Höhenmodellen für das hydrologische Modell • Aufbereitung der Daten für das Wassergüte- Modell ZIN-AgriTra • Erstellung der Wasserbilanz eines ausgewählten Einzugsgebiets anhand von Satellitendaten • Einzugsgebietsbeschreibung anhand vorhandener Daten und Geostatistik
<p>Titel der Lehrveranstaltungen</p>	<p>Tracerhydrologie</p> <p>Regionale Hydrologie</p> <p>GiS-Anwendungen in der Hydrologie</p>
<p>(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)</p>	<p>Vortrag (Vorlesung), problembasiertes Lernen (Übung), selbstgesteuertes Lernen (Hausarbeit), Lernen durch Lehren (Vortrag)</p>

Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Tracerhydrologie: jedes Sommersemester Regionale Hydrologie: jedes Wintersemester GiS-Anwendungen in der Hydrologie: jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	„Ingenieurhydrologie I“ oder „Grundlagen der Hydrologie“ Für „Tracerhydrologie“: Umweltverhalten von Chemikalien in aquatischen Systemen Für „GiS-Anwendungen in der Hydrologie“: GiS-Grundkurs für Umweltingenieure und Bauingenieure
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: Tracerhydrologie: 2 SWS (30 Stunden) Regionale Hydrologie: 1 SWS (15 Stunden) GiS-Anwendungen in der Hydrologie: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: Tracerhydrologie: 60 Stunden Regionale Hydrologie: 75 Stunden GiS-Anwendungen in der Hydrologie: 60 Stunden
Studienleistungen	Regionale Hydrologie: Vortrag (15–30 min) + Hausarbeit (20–30 Seiten) GiS-Anwendungen in der Hydrologie: Projektbericht (ca. 20 Seiten)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Tracerhydrologie: Klausur (60 min)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Matthias Gaßmann

Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Matthias Gaßmann
Medienformen	PowerPoint-Präsentationen, Tafelanschrieb, Vorlesungsunterlagen über Moodle, Auswertung mit EDV, Videos zur Veranschaulichung
Literatur	<p>Leibundgut, C., Maloszewski, P., Kuells, C., 2009. Tracers in Hydrology. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.</p> <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 & 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>

M1.3 Siedlungswasserwirtschaft

Für den **Schwerpunkt Siedlungswasserwirtschaft** muss das folgende Modul im Umfang von insgesamt 12 Credits gewählt werden.

M1.3.1 Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen

Nummer/Code	
Modulname	Siedlungswasserwirtschaft
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Dieses Modul hat zum Ziel, die im Rahmen des Vertiefungsstudiums notwendigen Kenntnisse zu vermitteln.</p> <p>SWW 05 Die EDV stellt im zunehmenden Maße ein wichtiges Handwerkszeug für Ingenieure dar. Deshalb werden im Rahmen des Teilmoduls SWW 5 grundlegende EDV-Tools für den Ingenieur im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft erklärt und angewandt. Der Schwerpunkt liegt bei der Anwendung von Simulationsprogrammen für Kanal und Abwasserbehandlung.</p> <p>SWW 06 Die Reinigung der Abwässer aus der Industrie, die in Teilmodul SWW 6 behandelt wird, ist eine wichtige Herausforderung der Gewässerreinigung und des sparsamen Umgangs mit Wasserressourcen. Neben speziellen Behandlungsverfahren werden Technologien der Wasserwiederverwendung und Brauchwasseraufbereitung besprochen.</p> <p>SWW 08 Weitergehende Abwasserreinigungsverfahren und neue Technologien sind der Schwerpunkt des Teilmoduls SWW 8. Insbesondere werden Nanotechnologie-Verfahren und dezentrale Abwasserbehandlungsverfahren erläutert.</p> <p>SWW 10 Studierende des Teilmoduls SWW 10 -Trinkwasser- haben einen Überblick über die Trinkwasserthematik bzw. -problematik erhalten. Sie kennen verschiedene Trinkwassergewinnungsanlagen und -aufbereitungstechniken. Sie können Trinkwasserverteilungssysteme und -speicher auslegen und bewerten. Studierende des Teilmoduls haben grundlegendes und weiterführendes gesetzliches Wissen im Bereich der Trinkwasserverordnung. Außerdem besitzen sie Kenntnisse über Wasserversorgungstechniken. Ferner sind die Studierende bezüglich der weltweiten Trinkwasserproblematik sensibilisiert worden und besitzen Kenntnisse über Wasserversorgungssysteme für den Katastrophenfall sowie für den Einsatz in Entwicklungsländern.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (8 SWS)

Lehrinhalte	<p>SWW 05</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kanalnetzberechnung, Schmutzfrachtsimulation • Messprogramme, Messgeräte und Messprinzipien • Grundlagen und Einsatz des Steuerns und Regelns • Regelstrategien bei komplexen Prozessen • Fuzzy Logic • Grundlagen und Einsatz der dynamischen Simulation biologischer Prozesse • Bemessung von Anlagen mit Hilfe der dynamischen Simulation • Strategien der Prozessoptimierung mit Hilfe der dynamischen Simulation • Möglichkeiten, Vorteile und Nachteile beim Einsatz Neuronaler Netze, Grundlagen und Beispiele des Einsatzes von Systemen der künstlichen Intelligenz <p>SWW 06</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spezielle Verfahren der Industrieabwasserbehandlung • Grundlagen der Analytik zur Charakterisierung der Abwässer ausgewählter industrieller Prozesse • Abwässer ausgewählter industrieller Prozesse und deren Behandlung • Wasserwiederverwendung <p>SWW 08</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mehrstufige Abwasserreinigungsverfahren • Weitergehende Abwasserreinigungsverfahren • Membranfiltration • Granularschlammverfahren • Deammonifikation • Schmutzwasserteilstrombehandlung <p>SWW 10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trinkwassersituation in Deutschland und weltweit • Trinkwassergewinnung/ Brunnen • Trinkwasserförderung • Trinkwasseraufbereitung • Trinkwasserspeicherung • Trinkwasserverteilung • Trinkwasserinstallationen • Trinkwasserproblematik in ariden Gebieten • Wasserversorgung in Entwicklungsgebieten und im Katastrophenfall
Titel der Lehrveranstaltungen	<p>Siedlungswasserwirtschaft SWW 05 EDV–Anwendung und Modellierung</p> <p>Siedlungswasserwirtschaft SWW 06 Industrieabwasser</p> <p>Siedlungswasserwirtschaft SWW 08 Moderne Verfahren der Abwasserreinigung</p>

	Siedlungswasserwirtschaft SWW 10 Trinkwasser
(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	SWW 05+SWW 10: jedes Sommersemester SWW 06+ SWW 08: jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Siedlungswasserwirtschaft Grundlagen Siedlungswasserwirtschaft SWW 02 & 07 Aufbauwissen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 8 SWS (120 Stunden) Selbststudium: 240 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Zwei Klausuren (jeweils 90–180 min.)
Anzahl Credits für das Modul	12
Modulverantwortliche/r	V.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Felmeden
Lehrende des Moduls	Dr.-Ing. Wernfried Schier, M.Sc. Michael Garbowski
Medienformen	Skript, Beamer, Tafel, Overheadprojektor
Literatur	<p>SWW 05 & 08: Mudrack/Kunst, Biologie der Abwasserreinigung, Gustav Fischer Verlag, ISBN 3-437-30742-8 Siedlungswasser und Siedlungswasserwirtschaft Nordrhein-Westfalen, Membrantechnik für die Abwasserreinigung, FiW Verlag, ISBN 3-939377-00-7 IWA Publishing, Activated Sludge Models ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3, ISBN 1-900222-24-8 Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering, Treatment and Reuse, McGraw-Hill Higher Education, ISBN 0-07-041878-0</p> <p>SWW 06: Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt (Hrsg.): Industrieabwasserbehandlung. akt. Aufl. Freiburg/Br. : Rombach Druck- und Verlagshaus Aktuelle Zeitschriftenartikel Skripte in elektronischer Form</p>

	Normen und Regelwerke
--	-----------------------

M1.4 Wasserwirtschaft/Wasserbau

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

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

M1.4.1 Gewässerentwicklung, Flussgebiets- und Hochwassermanagement

Nummer/Code	
Modulname	Gewässerentwicklung, Flussgebiets- und Hochwassermanagement (Pflicht)
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>In "naturnahe Gewässerentwicklung" 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 von „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 (6 SWS)
Lehrinhalte	<p>Naturnahe Gewässer – Gewässerentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lebensraum Fließgewässer • Grundlagen der gewässermorphologischen Beziehungen • Feststoffe/Schwebstoffe, Transportansätze

	<ul style="list-style-type: none"> • Bestandsaufnahme nach Wasserrahmenrichtlinie • Planung einer naturnahen Gewässerentwicklung • Maßnahmen der Gewässerentwicklung <p>Flussgebiets- und Hochwassermanagement</p> <ul style="list-style-type: none"> • WRRL • Flussgebietsbezogene Betrachtungsweise • Landwirtschaft und Gewässerschutz • Durchgängigkeit (Projektstudie: Wanderhindernisse) • Geografische Informationssysteme (GIS) • Elemente des Hochwassermanagements • Technischer Hochwasserschutz • Hochwasservorsorge • Operationelles Hochwassermanagement • Projektstudie: Hochwasserschutzplan Fulda
Titel der Lehrveranstaltungen	Naturnahe Gewässer – Gewässerentwicklung Flussgebiets- und Hochwassermanagement
(Lehr-/ Lernformen)	Vortrag (Vorlesung), problembasiertes Lernen (Übung)
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen, Regenerative Energien (Re ²), Nachhaltiges Wirtschaften (NaWi), Landschaftsarchitektur und Landschaftsplanung
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: 6 SWS (90 Stunden) Selbststudium: 90 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (120 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald, Dr.-Ing. Klaus Träbing, Dr.-Ing. Andreas Weiß

Medienformen	PowerPoint Präsentationen, Tafelanschrieb Unterlagen werden in elektronischer Form zur Verfügung gestellt
Literatur	<p>Naturnahe Gewässer – Gewässerentwicklung:</p> <p>ATV-DVWK-Arbeitsbericht, 2003: Feststofftransportmodelle für Fließgewässer. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.), Hennef.</p> <p>Dittrich, A., 1998: Wechselwirkung Morphologie/Strömung naturnaher Fließgewässer. Mitteilungen des Institutes für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik der Universität Karlsruhe, Heft 198.</p> <p>DIN 18123, 1996: Baugrund, Untersuchung von Bodenproben – Bestimmung der Korngrößenverteilung Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin.</p> <p>DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V.), 1986: Schwebstoffmessungen. DVWK-Regeln Nr. 125, Verlag Paul Parey.</p> <p>DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V.), 1988: Feststofftransport in Fließgewässern – Berechnungsverfahren für die Ingenieurpraxis. DVWK-Schriften Nr. 87, Verlag Paul Parey.</p> <p>DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V.), 1992: Geschiebemessungen – DVWK-Fachausschuss „Sedimenttransport in Fließgewässern“. DVWK-Regeln Nr. 127, Verlag Paul Parey.</p> <p>Hunziker, R. P., 1995: Fraktionsweiser Geschiebetransport. Mitteilung Nr. 138 der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich.</p> <p>Jürging, P. und Heinz Patt, (2005): Fließgewässer- und Auenentwicklung. Springer-Verlag.</p> <p>Naudascher, E., Hydraulik der Gerinne und Gerinnebauwerke, 2. Aufl., Springer-Verlag, 1992.</p> <p>Patt, H., Jürging, Peter und Werner Kraus, (2004): Naturnaher Wasserbau – Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern. 2. Auflage; Springer-Verlag.</p> <p>Schiechl, H. Meinhard und Roland Stern. (2002): Naturnaher Wasserbau – Anleitung für ingenieurbio-logische Bauweisen. Ernst W. + Sohn Verlag.</p> <p>Schröder, R., 1994: Technische Hydraulik – Kompendium für den Wasserbau, Springer-Verlag.</p> <p>Zanke, U., Grundlagen der Sedimentbewegung, Springer-Verlag Berlin u.a., 1982.</p> <p>Flussgebiets- und Hochwassermanagement:</p> <p>Holtrup, P.: Der Schutz grenzüberschreitender Flüsse in Europa – zur Effektivität internationaler Umweltregime. Jülich (1999)</p> <p>Möllenkamp, S.: Integriertes Flussgebietsmanagement. Kooperationsstrukturen, Nutzungsinteressen und Bewirtschaftungsstrategien an Rhein, Elbe und Weser. Göttingen (2006)</p> <p>Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich</p>

	der Wasserpolitik. ABl. L 327 vom 22. 12. 2000. (Wasserrahmenrichtlinie - WRRL)
--	--

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 selbständig – 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"> • Physikalische Grundlagen der Strömungsberechnung • Numerische Grundlagen von Lösungsalgorithmen • Geografische Informationssysteme (GIS) als Werkzeug des Pre- und Postprocessing bei HN-Verfahren • Einsatz von hydrodynamisch-numerischen Modellen in Abhängigkeit ihrer Dimensionalität <ul style="list-style-type: none"> • o Eindimensionale HN-Verfahren • o Zweidimensionale HN-Verfahren • o Dreidimensionale HN-Verfahren • Automatisierter Betrieb von Staustufen, numerische Simulation von Staustufenketten
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, Dr.-Ing. Andreas Weiß
Medienformen	PowerPoint Präsentationen, Tafelanschrieb, Videos zur Veranschaulichung der Theorie Praktische Übung am PC (HN-Modellierung), Unterlagen werden in elektronischer Form zur Verfügung gestellt.
Literatur	DVWK-Schriften, Heft 127 : Numerische Modelle von Flüssen, Seen und Küstengewässern, Bonn 1999 Malchereck, A. Numerische Methoden der Strömungsmechanik, im Internet unter: http://www.hamburg.baw.de/hnm/nummeth/numerik.pdf Noll, 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:

- Seminar Verkehrserhebungen und Datenmanagement (6 C)
- Modellierung der Verkehrsnachfrage (6 C)
- Öffentlicher Personennahverkehr (6 C)
- Telematikunterstützter Personen- und Güterverkehr (6 C)
- Verkehrstechnik II (6 C)
- Wirtschaft im ÖPNV (6 C)

M1.5.1 Seminar Verkehrserhebungen und Datenmanagement (ehemals Erhebung der Verkehrsnachfrage)

Nummer/Code	
Modulname	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"> – Vorstellung der Erhebungsaufgabe, Einteilung in Gruppen, – Planung und organisatorische Vorbereitung der Erhebung, – Erstellung der Erhebungsunterlagen (inkl. Pretest), – Durchführung der Erhebung, – Dateneingabe und -aufbereitung, – Auswertung und Hochrechnung, – Präsentation der Zwischen- und Endergebnisse.
Titel der Lehrveranstaltung	Seminar Verkehrserhebungen und Datenmanagement
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Projektlernen, Gruppenarbeit
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	Präsenzzeit: 10 Stunden Selbststudium: 170 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.

M1.5.2 Modellierung der Verkehrsnachfrage

Nummer/Code	
Modulname	Modellierung der Verkehrsnachfrage
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	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. Die Studierenden sind in der Lage, selbständig und in Teamarbeit Aufgaben bei der Erstellung eines EDV-gestützten Verkehrsnachfragemodells zu lösen.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü, S (4 SWS)
Lehrinhalte	Theorie der Verkehrsplanung Mobilität, Determinanten der Verkehrsnachfrage, Verkehrserzeugung, Wegekettensmodell, Entscheidungsmodelle, Verkehrszielwahlmodelle, Verkehrsmittelwahlmodelle, Umlegungsmodelle IT-Anwendungen in der Verkehrsplanung 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.
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 Sommersemester (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.

M1.5.3 Öffentlicher Personennahverkehr

Nummer/Code	
Modulname	Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse bei Planung und Betrieb des ÖPNV erhalten. Sie kennen die wesentlichen Methoden der Nahverkehrs-, Angebots- und Betriebsplanung und können diese selbständig anwenden.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü, EX (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Planung des ÖPNV Begriffsbestimmung, gesetzliche Grundlagen, Organisation des ÖPNV, Fahrgastnachfrage, ÖPNV-Angebot, Nahverkehrsplanung, Netzoptimierung, Betriebsformen, Flexible und alternative Bedienformen, Marketing im ÖPNV, Tarifgestaltung, Nachfragewirkungen bei Tarifmaßnahmen, Wettbewerb</p> <p>Betrieb des ÖPNV Produktionsplanung (Fahr- und Betriebsplanung), Fahrbetrieb und Betriebssteuerung, Fahrzeuge (Kraftfahrzeuge, Schienenfahrzeuge), Betriebsanlagen (Trassenplanung, E-Technik, Oberbau), Finanzwesen (Mittelbeschaffung, betriebliche Kostenkalkulation)</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Planung des ÖPNV Betrieb des ÖPNV
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung, 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	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	

Prüfungsleistung	mündliche Prüfung (15–30 min.) oder schriftliche Prüfung (120 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer, Dipl.-Ing. Reintjes
Medienformen	Beamer, Tafel
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

M1.5.4 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>Transportlogistik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufgaben und Strukturen der Logistik • Systemtheoretische Grundlagen • Einführung in die Planung logistischer Systeme • Transportgut, Verpackung, Ladeinheit, Umschlag • Straßengüterverkehr • Schienengüterverkehr • See- und Binnenschiffsverkehr • Kombiniertes Verkehr und Schnittstellen • Informationslogistik <p>Individuelle Leitsysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ziele, Möglichkeiten und Grundlagen der individuellen dynamischen Verkehrsbeeinflussung • Telematikanwendungen im Personen- und Güterverkehr • Positionsbestimmung und dynamische Zielführung • Geographische Referenzierung und digitale Karten • Flottenmanagement • Strategien der öffentlichen Hand • Nachfragesteuerung durch Road Pricing • Kommunikation mit Verkehrsteilnehmern • Architektur ausgewählter Systeme

Titel der Lehrveranstaltungen	Transportlogistik Individuelle Leitsysteme
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung, Projektlernen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge 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	Verkehrstechnik I
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (42 Stunden) Selbststudium: 138 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Zwei Fachgespräche (jeweils 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
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

M1.5.5 Verkehrstechnik II

Nummer/Code	
Modulname	Verkehrstechnik II
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	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.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Kollektive Leitsysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ziele, Möglichkeiten und Grundlagen der kollektiven Verkehrsbeeinflussung • Verkehrsrechnerzentralen • Knotenpunktbeeinflussung • Streckenbeeinflussung • Netzbeeinflussung • Tunnelsteuerung • Parkleitsysteme <p>Verkehrssimulation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundprinzipien der Modellierung und Simulation des Straßenverkehrs • Makroskopische Verkehrsflussmodelle • Mikroskopische Verkehrsflussmodelle • Modellierung des Fahrer-Fahrzeugverhaltens • Datenversorgung von Simulationsmodellen • Kalibrierung und Validierung • Durchführung einer Simulationsstudie <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	Kollektive Leitsysteme Verkehrssimulation
(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.

M1.5.6 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 Verkehrsdienstleistungsmarketing, insbesondere das Instrument der Preispolitik, und können diese selbstständig anwenden. Sie sind in der Lage, Verbundeinnahmen 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"> – Einstieg: Akteure im ÖPNV, Organisation des ÖPNV, Vorstellung der Hausarbeit, Einteilung in Gruppen – Finanzierung des ÖPNV, Drittnutzerfinanzierung – Kostenstrukturen im ÖPNV – Überblick über das Verkehrsdienstleistungsmarketing – Vertrieb im ÖPNV – Tarifgestaltung (klassische und EFM-basierte Tarife) – Abschätzung der Wirkungen von Tarifmaßnahmen – Verfahren der Einnahmenaufteilung – Wettbewerb im ÖPNV – Fahrplanauskunftssysteme, Mobilitätsplattformen – Präsentation der Ergebnisse der Hausarbeit
Titel der Lehrveranstaltungen	Wirtschaft im ÖPNV
Lehr-/Lernformen	Vorlesung, Projektlernen, Gruppenarbeit
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	Modul „Verkehr Grundlagen“ Modul „Methoden der Verkehrsplanung“
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.

M2 Schwerpunkt Umweltechnik 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)
- SWW 12 –Energie aus Abwassersystemen (3 C)
- Grundlagen der Bereitstellung und energetischen Nutzung von Biomasse (3 C)

Die Beschreibung des Moduls „–SWW 12 –Energie aus Abwassersystemen“ ist in der Rubrik Master–Umweltingenieurwesen Ergänzung 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 Quaschnig: „Regenerative Energiesysteme“ Weitere Literatur wird in der Vorlesung benannt.

M2.1.2 Grundlagen der Bereitstellung und energetischen Nutzung von Biomasse

Nummer/Code	
Modulname	Grundlagen der Bereitstellung und energetischen Nutzung von Biomasse
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse hinsichtlich der Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse zur elektrischen und Heiz-Energieerzeugung sowie zu biogenen Kraftstoffen. Die erworbene Kompetenz umfasst die gesamte Verfahrenskette vom Anbau der Biomasse über die Konversion bis zur Integration der Bioenergie in das (regenerative) Energiesystem.
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS)
Lehrinhalte	<p>Grundlagen der Biomassebereitstellung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der rechtliche, agrarpolitische und landwirtschaftliche Kontext • Acker- und pflanzenbauliche Grundlagen • Charakterisierung der Energiepflanzen (Standortanforderungen, Anbauziele und Qualitätsansprüche) • Management (Düngung, Bodenbearbeitung, Pflanzenschutz, Ernte, Lagerung) • Energieertrag • Reststoffe aus der Tierhaltung und sonstige organische Rohstoffe (Vorkommen und Potenziale, Qualitätseigenschaften, Logistische Anforderungen) <p>Grundlagen der energetischen Nutzung von Biomasse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verbrennungstechnische Grundlagen • Verfahrenstechnische Grundlagen • Grundzüge der Wandlungspfade • Festbrennstoffe • Thermochemische Vergasung • Biogas/Methan • Ethanol • Biodiesel • Rapsöl
Titel der Lehrveranstaltungen	Grundlagen der Bereitstellung und energetischen Nutzung von Biomasse
(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	Grundlagen der Biologie, Chemie und Thermodynamik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90–180 min.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Michael Wachendorf (FB 11)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Krautkremer (FB 15), Prof. Dr. Michael Wachendorf (FB 11)
Medienformen	PowerPoint-Präsentationen; Vorlesungsskripte können auf der zentralen eLearning-Plattform der Hochschule (Moodle) nach Anmeldung heruntergeladen werden.
Literatur	KTBL: Energiepflanzen. Daten für die Planung des Energiepflanzenanbaus (2. Auflage; 2012) Diepenbrock, Ellmer, Léon: Ackerbau, Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung (Verlag Eugen Ulmer) (3. Auflage; 2012) Kaltschmitt, Hartmann, Hofbauer: Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren (Springer Verlag) (2. Auflage; 2009) Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR): Leitfaden Bioenergie. Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen, (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.), (3. Auflage 2007) 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) 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)

	N. Schmitz, J. Henke, G. Klepper: Biokraftstoffe – Eine vergleichende Analyse, (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.), (2. Auflage, 2009)
--	--

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.

- Analytische und numerische Berechnung von Energieerzeugungsanlagen in der Wasser- und Windkraft (6 C)
- SWW 12 –Energie aus Abwassersystemen (3 C)
- Energiewandlungsverfahren (6 C)
- Photovoltaik Systemtechnik 1+2 (4 C)
- Regelung und Netzintegration von Windkraftanlagen (3 C)
- Solartechnik (6C)
- Planung solarunterstützter Wärmeversorgungssysteme (5C)
- Solarthermische Komponenten und Messtechnik (3 C)
- Strömungsmaschinen (6 C)
- Wasserkraft und Energiewirtschaft (6 C)
- Windenergie als Teil des Energieversorgungssystems (3 C)

Die Modulbeschreibung „Energiewandlungsverfahren“ ist der Rubrik Master – Schwerpunkt Regenerative Energien – Thermische Verfahren zu entnehmen. Die Beschreibung für das Modul „SWW 12 –Energie aus Abwassersystemen“ befindet sich in der Rubrik Master – Umweltingenieurwesen Ergänzung.

M2.2.1 Analytische und numerische Berechnung von Energieerzeugungsanlagen in der Wasser- und Windkraft

Nummer/Code	
Modulname	Analytische und numerische Berechnung von Energieerzeugungsanlagen in der Wasser- und Windkraft
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden kennen analytische und numerische Berechnungsverfahren zur strukturmechanischen Analyse von Windenergieanlagen und Wasserkraftanlagen. Sie sind in der Lage analytische und numerische Verfahren der Struktur- und Fluidodynamikberechnung von Windkraftanlagen und Wasserkraftanlagen für die Erstausslegung dieser anzuwenden. Ferner verfügen die Studierenden über die Kompetenz numerische Berechnungsverfahren für Festkörper und Fluide zur Simulation von Details oder ganzen Anlagen anzuwenden. Final können die Studierenden selbständig eine ganzheitliche rechnerische Analyse einer Anlage zur Wandlung erneuerbarer Energien mit einer Kombination analytischer und verschiedener numerischer Methoden durchführen.
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS), Ü+ Computerlabor (2 SWS)
Lehrinhalte	Potenzialuntersuchung im Bereich der Wasser- und Windkraft; Standortuntersuchung zur Ermittlung der Leistung, des Jahresenergieertrags und der für die Anlagenauslegung wesentlichen Randbedingungen; Aufbau und Konstruktion von Wasser- und Windkraftanlagen, Betrachtung der historischen Entwicklung der Konstruktionsformen; aerodynamische und hydrodynamische Auslegung; Ermittlung der Einwirkungen und Entwicklung von Lastmodellen; Modellbildung; analytische, geometrische und numerische Lösungsverfahren; statische und dynamische Strukturanalyse; Tragwerksentwurf und -konstruktion
Titel der Lehrveranstaltungen	Analytische und numerische Berechnung von Energieerzeugungsanlagen in der Wasser- und Windkraft
Lehr-/ Lernformen	Vorlesung, Übungen und Computerlabor
Verwendbarkeit des Moduls	Das Modul Analytische und numerische Berechnung von Energieerzeugungsanlagen in der Wasser- und Windkraft ist für den Masterstudiengang Bauingenieurwesen Ergänzungsmodul der Vertiefung Numerische Methoden der Tragwerksanalyse vorgesehen. Ferner ist das Modul als ingenieurwissenschaftliche Ergänzung im Bachelor und Master Umweltingenieurwesen anrechenbar.
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch

Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Mechanik I, II, III, Baustatik I Die Lehrveranstaltungen Grundlagen der Finite-Elemente-Methoden und Lineare Finite-Elemente-Methoden sind als Voraussetzung empfohlen.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	Hausarbeit (20–30 Seiten) zur Berechnung oder Simulation einer Komponente einer Wasserkraftanlage oder einer Windenergieanlage
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. habil. Detlef Kuhl
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. habil. Detlef Kuhl, Dipl.-Ing. Christian Seidel
Medienformen	Beamerpräsentation, Tafelanschrieb, Computerlabor
Literatur	Gasch, Robert, Twele, Jochen (Hrsg.): Windkraftanlagen, Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb, 8., überarb. Aufl. 2013, XVII, 587 S. 437 Abb., Springer-Vieweg Verlag Wiesbaden Giesecke, Jürgen, Heimerl, Stephan, Mosonyi, Emil: Wasserkraftanlagen, Planung, Bau und Betrieb, 6., aktualisierte u. erw. Aufl. 2014, XXVI, 940 S. 400 Abb., Springer-Vieweg Verlag Wiesbaden

M2.2.2 Photovoltaik Systemtechnik 1+2

Nummer/Code	
Modulname	Photovoltaik Systemtechnik 1+2
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Teil 1: Grundlagen Die Studierenden werden mit den Grundlagen der Photovoltaik vertraut gemacht.</p> <p>Teil 2: Systemtechnik 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>Teil 1: Grundlagen Grundlagen (Einstrahlung, Funktionsweise Solarzelle) und Systemkomponenten (Zellen, Module, Leistungselektronik)</p> <p>Teil 2: Systemtechnik 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>Vorlesung Präsenzzeit: 1,5 SWS (20 Stunden) Selbststudium: 40 Stunden</p> <p>Übung 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)	Funktionsstrukturen von Windkraftanlagen werden aufgezeigt. Anforderungen und Auslegungsaspekte für den Einsatz von Drehstromgeneratoren in Windkraftanlagen sowie konstruktionsbedingte Ausgleichsvorgänge werden erörtert. Für Einzel- und Verbundbetrieb werden regelungstechnische Konzeptionen entwickelt, das Verhalten der Komponenten abgeleitet, Simulationsstrukturen aufgezeigt und Regler für die Anlagenleistung, Anlagendrehzahl und Blattverstelleinrichtung dimensioniert.
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionsstrukturen von Windkraftanlagen • Synchron- und Asynchrongeneratoren für Windkraftanlagen (Anforderung, Auslegungsaspekte, mechanische und elektrische Ausgleichsvorgänge) • Regelungstechnische Konzeption (Insel-, Netz- und Verbundbetrieb) • Regelungstechnische Auslegung und Anlagensimulation (Verhalten der Anlagenkomponenten, Entwicklung von Regelungs- und Simulationsstrukturen, Reglerdimensionierung) • Betriebsergebnisse
Titel der Lehrveranstaltungen	Regelung und Netzintegration von Windkraftanlagen
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	u.a. Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Vorlesung: Nutzung der Windenergie, Elektrische Maschinen, Regelungstechnik
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 min.) und/oder mündliche Prüfung (15 min.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Peter Zacharias (FB 16)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Peter Zacharias (FB 16)
Medienformen	Powerpoint
Literatur	HEIER, S.: Nutzung der Windenergie. 5. Auflage, Verlag Solarpraxis AG, Berlin 2007; HEIER, S.: Windkraftanlagen. 4. Auflage, B.G. Teubner Verlag, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden 2005; HEIER, S.: Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems. 2 nd . Edition, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, New York, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto 2006

M2.2.5 Solartechnik

Nummer/Code	
Modulname	Solartechnik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><i>Solarstrahlung</i> Studierende sind in der Lage, die Funktion der Sonne zu verstehen, solare Einfallswinkel und das verfügbare Solarstrahlungsangebot zu berechnen.</p> <p><i>Solarthermie</i> Studierende sind in der Lage, die hydraulische Verschaltung und die Dimensionierung der Komponenten solarthermischer Systeme für verschiedene Anwendungsbereiche zu beschreiben und zu bewerten und deren Nutzleistung zu berechnen.</p> <p><i>Photovoltaik Systemtechnik I</i> Die Studierenden verstehen die Grundlagen der Photovoltaik.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><i>Solarstrahlung:</i> Entstehung der Solarstrahlung, Sonnenspektrum, Einfallswinkel von Solarstrahlung, Wechselwirkung von Solarstrahlung und Atmosphäre, Umrechnung von Solarstrahlung auf andere Einfallsebenen, Messung von Solarstrahlung, Wetterdaten</p> <p><i>Solarthermie:</i> 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><i>Photovoltaik Systemtechnik I</i> Grundlagen (Einstrahlung, Funktionsweise Solarzellen) und Systemkomponenten (Zellen, Module, Leistungselektronik)</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Solarthermie (4 C) Photovoltaik Systemtechnik I (2 C)
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung mit integrierten Übungen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Regenerative Energien und Energieeffizienz Maschinenbau, Umweltingenieurwesen, Wirtschaftsingenieurwesen re ² , Elektrotechnik
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	
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	Präsenzzeit: 58 Stunden Selbststudium: 122 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur Solarthermie: schriftliche Prüfung (90 min.) Photovoltaik Systemtechnik I: Schriftliche Prüfung (45 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. rer.nat. Klaus Vajen (FB 15)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. rer.nat. Klaus Vajen , Dr. rer.nat. Ulrike Jordan (FB 15), Prof. Dr.-Ing. Martin Braun (FB 16)
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) Khartchenko: „Thermische Solaranlagen“, ISBN 3-540-58300-9 (1995) <i>Photovoltaik Systemtechnik I</i> Mertens: Photovoltaik: Lehrbuch zu Grundlagen, Technologien und Praxis, ISBN 978-3446434103 (2013)

M2.2.6 Planung solarunterstützter Wärmeversorgungssysteme

Nummer/Code	
Modulname	Planung solarunterstützter Wärmeversorgungssysteme Alt: Solarthermie-Anlagenplanung (SOL 2)
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Studierende verfügen über die folgenden Kenntnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen und aktuelle Entwicklungen von Wärmeversorgungstechnologien • Planung und Dimensionierung komplexer solarunterstützter Wärmeversorgungssysteme mit mehreren Wärmeerzeugern und für verschiedene Anwendungen • Aktuelle dynamische Systemsimulationsmethoden Studierende erwerben praktische Erfahrung in Computersimulation.
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS), Ü (1,5 SWS)
Lehrinhalte	Konstruktive Merkmale, Wirkungsgrad und Betriebseigenschaften von Systemkomponenten in thermischen Energiesystemen, Mathematische Modellierung und Simulation solarthermischer Komponenten und thermischer Energiesysteme, Planung und Dimensionierung solarthermischer Systeme für verschiedene Anwendungen, Regelwerke und Vorschriften (CEN, VDI, DVGW etc.), Solarthermische Verfahrenstechnik, z.B. Kühlung, Kochen, Entsalzung, Trocknung, Sterilisation, etc.
Titel der Lehrveranstaltungen	Planung solarunterstützter Wärmeversorgungssysteme
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung mit integrierter 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	Modul Solartechnik (Teilmodul Solarthermie) oder vergleichbare Vorkenntnisse
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: Vorlesung 2 SWS (30 Stunden) Übung 1,5 SWS (20 Stunden) Selbststudium: 100 Stunden

Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Seminarvortrag oder Hausarbeit und mündliche Prüfung
Anzahl Credits für das Modul	5
Modulverantwortliche/r	Dr. rer.nat. Ulrike Jordan (FB 15)
Lehrende des Moduls	Dr. rer.nat. Ulrike Jordan, Prof. Dr. Klaus Vajen (FB 15)
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen, Skript, Tafel
Literatur	<p>Duffie, Beckman: "Solar Engineering of Thermal Processes"; ISBN 0-471-69867-9 (2006)</p> <p>Goswami, Kreith, Kreider: „Principles of Solar Engineering“, ISBN 1-56032-714-6 (2000)</p> <p>Khartchenko: „Thermische Solaranlagen“, ISBN 978-3-89700-372-9 (2004)</p> <p>Bonin: „Handbuch Wärmepumpen: Planung und Projektierung“; ISBN 3410221301 (2012)</p> <p>Lehrbücher zur Heizungstechnik, z.B.</p> <p>Richter: „Handbuch für Heizungstechnik“; ISBN 3410152830 (2005)</p> <p>Recknagel, Sprenger, Schramek: „Taschenbuch für Heizung+Klimatechnik 13/14“, ISBN 385633015 (2012)</p>

M2.2.7 Solarthermische Komponenten und Messtechnik

Nummer/Code	
Modulname	Solarthermische Komponenten und Messtechnik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Studierende sind in der Lage, solarthermische Komponenten, insbes. Kollektor, Wärmeübertrager und Speicher, Messprinzipien und Genauigkeit von Sensoren zur Volumenstrom-, Temperatur- und Solarstrahlungsmessung zu charakterisieren. und Flüssigkeitsströmungen zu beschreiben.
Lehrveranstaltungsarten	P/i (2 SWS)
Lehrinhalte	Einsatz verschiedener Sensoren zur Messung kalorimetrischer Größen, Messung an einem Kollektor unter dem Solarsimulator, Charakterisierung des Betriebsverhaltens von Wärmeübertragern und Temperaturschichtungs-Verhalten von Solarspeichern, Messungen an einem Solarkocher, Inbetriebnahme einer Solaranlage.
Titel der Lehrveranstaltungen	Solarthermische Komponenten und Messtechnik
(Lehr-/ Lernformen)	Praktikum
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Regenerative Energien und Energieeffizienz, Maschinenbau, Schwerpunkte: Energietechnik sowie Diplom II Maschinenbau, Masterstudiengänge Umweltingenieurwesen, Bachelor- und Masterstudiengang Wirtschaftsingenieurwesen re ² Fortgeschrittenen-Praktikum BSc Maschinenbau
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Module Solarthermie Grundlagen und Vertiefung sowie Solarthermie- Anlagenplanung oder vergleichbare Vorkenntnisse
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	

Prüfungsleistung	Mündliche Eingangs- und Abschluss-Prüfungen (max. 30 min.), Protokolle zu den Laborprüfungen
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) Fraden: „Handbook of Modern Sensors“, ISBN 978-1-4419-6465- 6 Bonfig, Karl W. „Technische Durchflussmessung“, ISBN 380- 272190X

M2.2.8 Strömungsmaschinen

Nummer/Code	
Modulname	Strömungsmaschinen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Fluiddynamik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagenkenntnisse über Strömungsvorgänge in technischen Anwendungen und deren Modellbildung. • Kompetenzen: • Beschreibung der Strömungsformen durch Ähnlichkeitskennzahlen • Auslegung und Analyse von Strömungsvorgängen auf der Basis der Stromfadentheorie • Kenntnisse über die Grundlagen viskoser Strömungen <p>Turbomaschinen Kenntnisse über:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Arbeitsprinzipien der Turbomaschinen insbesondere von Turbinen • Grundlagen der fluiddynamischen Modellbildung entlang eines repräsentativen Stromfadens • Gestaltungsrichtlinien und Bauformen • Maschinencharakteristik und Regelung <p>Kompetenzen zur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planung und Konzeption von Turbomaschinen • überschlägigen Auslegung von Wind- und Wasserturbinen • Einsatz von Turbinen <p>Windenergie Kennenlernen von Möglichkeiten, Grenzen und Problemen beim Einsatz der Windenergie.</p> <p>Kompetenzen über: Komponenten und Baugruppen von Windkraftanlagen, Berechnungsgrundlagen, das Zusammenwirken von Windturbine und Generator mit dem Netz sowie Einflüsse durch die Regelung der Anlagen werden erworben.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Fluiddynamik</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Strömungsformen und Ähnlichkeitskennzahlen 2. Modellgleichungen der Fluiddynamik 3. Grundlagen und Anwendungen der Stromfadentheorie 4. Reibungsbehaftete Strömungen <p>Turbomaschinen</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 1. historische Entwicklung 2. strömungsmechanische Grundlagen der Turbomaschinen 3. konstruktiver Aufbau und Typisierung der Strömungsmaschinen 4. Maschinenkennfeld und Regelung 5. Bauformen <p>Windenergie</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. historische Entwicklung und Stand der Technik 2. meteorologische und geographische Einflüsse 3. Windturbinen: Systematik, Berechnungsgrundlagen, Aufbau, und Verhalten der Komponenten 4. mechanisch-elektrische Energiewandlung: Gleichstrom-, Synchron- und Asynchrongeneratoren, Sondermaschinen, Triebstrang, Netzanbindung 5. Windenergieanlagen zur Stromerzeugung: Einsatzmöglichkeiten, Anlagenbeispiele, Funktionsstrukturen, Betriebsarten, Regelungskonzepte 6. Speicher 7. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung 8. Rechtliche Aspekte
Titel der Lehrveranstaltungen	<p>Fluiddynamik</p> <p>Turbomaschinen</p> <p>Nutzung der Windenergie</p>
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung mit integrierten Übungen
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	<p>Für alle Teilmodule:</p> <p>Fundierte Kenntnisse in der Physik und Mathematik entsprechend einem vorangegangenen Bachelorstudium</p> <p>Turbomaschinen:</p> <p>Kenntnisse aus dem Teilmodul: Fluiddynamik</p> <p>Windenergie:</p> <p>Grundkenntnisse in der technischen Mechanik</p>
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit 4 SWS davon 1 SWS Fluiddynamik, 1 SWS Turbomaschinen, 2 SWS Windenergie (60 Stunden)</p> <p>Selbststudium: 120 Stunden</p>

Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Fluidodynamik und Turbomaschinen: Klausur (45 min., bestehend aus zwei Teilen jeweils 22,5 min.) Windenergie: Klausur (60 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Martin Lawerenz (FB 15)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Martin Lawerenz (FB 15) Dr.-Ing. Mathias Käbisch, Prof. Dr.-Ing. Peter Zacharias (FB 16)
Medienformen	Tafel, elektronische Medien, schriftliche Arbeitsunterlagen
Literatur	<p>Fluidodynamik: Beispiel: Krause, E.: Strömungslehre, Gasdynamik und Aerodynamisches Laboratorium, Teubner, Stuttgart 2003</p> <p>Turbomaschinen: Beispiel: Bohl, W.: Strömungsmaschinen 1, Vogel Verlag, Würzburg, 1994</p> <p>Windenergie: HEIER, S.: Nutzung der Windenergie. 5. Auflage, Verlag Solarpraxis AG, Berlin 2007; HEIER, S.: Windkraftanlagen. 4. Auflage, B.G. Teubner Verlag, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden 2005; HEIER, S.: Grid Integration of Wind Energy Conversion Systems. 2nd Edition, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, New York, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto 2006; GASCH, R.: Windkraftanlagen. 4. Auflage, B.G. Teubner Verlag, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden 2006; HAU, E.: Windkraftanlagen. 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 2003</p> <p>weitere Angaben zu begleitender und vertiefender Literatur werden den Studierenden mit den Arbeitsunterlagen zur Verfügung gestellt.</p>

M2.2.9 Wasserkraft und Energiewirtschaft

Nummer/Code	
Modulname	Wasserkraft und Energiewirtschaft
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>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.</p> <p>Das Teilmodul Energiewirtschaft und Stromerzeugung vermittelt den Studierenden ein grundlegendes Verständnis für die Zusammenhänge der jeweiligen energetischen Umwandlungsprozesse und deckt dabei eine weite Bandbreite der Energietechnik ab. Darüber hinaus wird auf die Energieverteilung, die Marktliberalisierung sowie das Kyoto-Protokoll eingegangen. Damit besitzen die Studierenden ein breites Grundlagenwissen als Basis für eine fachliche Arbeit. Durch Praxisbeispiele und eine abschließende Exkursion wird die Befähigung zum Lösen ingenieurpraktischer Aufgaben weiter unterstrichen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (1,5 SWS), Ü (0,5 SWS), EX
Lehrinhalte	<p>Wasserkraftanlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hydrologische, hydraulische und energetische Grundlagen: Wasserkraftpotenziale, Leistungsplan • Kraftwerksarten: Laufkraftwerke, Speicherkraftwerke, Niederdruckanlagen, Hochdruckanlagen, Gezeiten- und Wellenkraftwerke • Bauwerke: Wasserfassung, Rohre und Verschlüsse, Wasserschloss, Krafthaus • Maschinen und elektrische Ausrüstung: Turbinen, Generatoren, Schaltanlagen • Pumpspeicherkraftwerke: Pumpturbinen, Betrieb • Bemessung, Vergütung • ökologische Aspekte: Fischaufstiege • Automatisierter Betrieb von Staustufen <p>Energiewirtschaft und Stromerzeugung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiewirtschaftliche Grundlagen • Stromerzeugung • Bewertung / Nachhaltigkeit / Energiemix • Stromhandel/ Transport/ Vertrieb

	<ul style="list-style-type: none"> • Ausgewählte Aspekte der Wasserkraftnutzung • Projektentwicklung – Neubau eines LW-KW (Praxisbeispiel) • Exkursion
Titel der Lehrveranstaltungen	Wasserkraftanlagen Energiewirtschaft und Stromerzeugung
(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 ²)
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Wasserkraftanlagen: Jedes Wintersemester Energiewirtschaft und Stromerzeugung: jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Wasserbaus und der Wasserwirtschaft Grundlagen Wasserbauwerke und Strömungsverhalten von Fließgewässern
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Zwei Klausuren (jeweils 90 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald, Prof. Dr.-Ing. Frank Pöhler
Medienformen	PowerPoint-Präsentationen, Tafelanschrieb, Bilder zu Praxisbeispielen, Unterlagen werden in elektronischer Form zur Verfügung gestellt
Literatur	Wasserkraftanlagen: Giesecke, Jürgen und Emil Mosonyi, (2009): WASSERKRAFTANLAGEN – Planung, Bau und Betrieb. Springer Verlag, Heidelberg.

M2.2.10 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>Raum–zeitliches Verhalten der Windleistung: 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>Integration der Windleistung in das Stromnetz: 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>Strategien und Werkzeuge zur Integration: 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>Einführung</p> <p>I Das raum–zeitliche Verhalten der Windleistung</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Energiequelle Wind • das raum–zeitliche Verhalten des Windes • die erzeugte Windleistung <p>II Integration der Windleistung ins Stromnetz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Betrieb des Stromnetzes • Windleistung im Stromnetz • Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch • Netzanschluss und Netzdienstleistungen <p>III Strategien und Werkzeuge für den Betrieb des Stromversorgungssystems</p> <ul style="list-style-type: none"> • Online–Monitoring und horizontaler Belastungsausgleich • Windleistungsvorhersage

	<ul style="list-style-type: none"> • Steuerungsmöglichkeiten des ‚Kraftwerks‘ Windparks • Ausblick: Virtuelle Kraftwerke, Speicher, Lastmanagement,...
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

In den Ergänzungsbereichen Umweltingenieurwesen und Ingenieurwissenschaften 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“ 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.

- Energiemanagementsysteme (3 C)
- Methoden der Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit (6 C)
- Parameter der Nachhaltigkeit – Stoffliche und energetische Ressourcen (3 C)
- Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit–Anwendungen (6 C)

Zur Erweiterung der gewählten Schwerpunkte werden insbesondere folgende Empfehlungen gegeben:

Für eine Schwerpunktbildung **Abfall- und Ressourcenwirtschaft** wird folgendes Modul empfohlen:

- Luftreinhaltung – Bestimmung und Bewertung von Emissionen und Immissionen (6 C)

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

- Infrastrukturplanung und räumlicher Bezug (6 C)
- Siedlungswasserwirtschaft – Wasserchemie, Neuartige Wasserinfrastrukturen, Energie aus Abwasser (9 C)

Für eine Schwerpunktbildung **Wasserwirtschaft/Wasserbau** wird folgendes Modul empfohlen:

- Integrierte Wasserbewirtschaftung (9 C)
- Vertiefende Hydraulik (6 C)
- Wasserkraft und Energiewirtschaft (6 C)

Die zu den oben angeführten Modulen gehörigen Modulbeschreibungen werden im Folgenden in alphabetischer Reihenfolge gelistet. Das Modul Wasserkraft und Energiewirtschaft ist der Rubrik M2.2 Regenerative Energien– Sonne, Wind, Wasser zu entnehmen.

M3.1 Energiemanagementsysteme

Nummer/Code	
Modulname	Energiemanagementsysteme
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden lernen die Grundlagen und Anforderungen von Energiemanagementsystemen (EnMS) nach ISO 50001 kennen. Die Vorlesung versetzt Sie in die Lage, in einem Unternehmen eine solches einzuführen und dauerhaft zu betreiben. Sie sind in der Lage die Energieeffizienz in einem Unternehmen darzustellen, zu bewerten sowie unter Berücksichtigung der politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen entsprechende Energieeffizienz- und Kostensenkungsmaßnahmen abzuleiten. Studierende werden befähigt im Anschluss eine optionale Prüfung zum TÜV-zertifizierten Energiemanagement-Beauftragten abzulegen.
Lehrveranstaltungsarten	VLmP 2 SWS
Lehrinhalte	<p>Energiemanagementsystem (EnMS) auf Basis der ISO 50001:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rahmenbedingungen: Energiepolitik, Klimaschutz und Energieziele • Grundlagen des EnMS im Rahmen eines integrierten Managementsystems • Grundsätzliche Anforderungen an ein EnMS • Aspekte des Energieverbrauchs der Verbrauchsanalyse Messung sowie die Bildung von Kennzahlen und Energieleistungsindikatoren • Rechtskonformität auch unter steuerrechtlichen Gesichtspunkten • Kommunikation, Bewusstseinsbildung im Unternehmen • Verbesserungsprozess aus technischer und managementspezifischer Sicht • Synergien zu Umweltmanagementsystemen • Projektplanung und Implementierung <p>Rechtliche Fragestellungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Europäischer Rechtsrahmen Energieeffizienz • Deutsche Gesetzgebung • Energieeffizienz im Steuerrecht mit Bezug auf Einsatz von EnMS • Geschäftsmodelle zur Optimierung der Energieeffizienz (Contracting) <p>Vertiefung technische Umsetzung von Energieeffizienz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Praxisbeispiele aus verschiedenen Branchen • Monitoringsysteme und Kennzahlen
Titel der Lehrveranstaltungen	Energiemanagementsysteme
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vorlesung, Hörsaalübung
Verwendbarkeit des Moduls	B.Sc. Maschinenbau M.Sc. Maschinenbau M.Sc. Regenerative Energien und Energieeffizienz B. Sc./M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen M.Sc. 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 (25 Stunden) Selbststudium (65 Stunden)
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (60 min.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Lehreinheit	Fachbereich 15
Modulverantwortliche/r	Prof. Jens Hesselbach
Lehrende des Moduls	Dr.-Ing. Alexander Schlüter Dr.-Ing. Matthias Philipp M.Sc. Florian Schlosser
Medienformen	Folien (PowerPoint)
Literatur	Entsprechende Normen: ISO 50001

M3.2 Infrastrukturplanung und räumlicher Bezug

Nummer/Code	
Modulname	Infrastrukturplanung und räumlicher Bezug
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden lernen planerische Grundlagen von Wasser- und Abwasserinfrastrukturen im städtischen und regionalen Kontext und entwickeln ein Verständnis für unterschiedliche Bedingungsgefüge wie z.B. Bevölkerungsdynamik (schnell oder langsam wachsende Städte, ländlicher Kontext) und historische Entwicklungsgegebenheiten
Lehrveranstaltungsarten	Vorlesung, Exkursionen (6 SWS)
Lehrinhalte	<p>Der Sommer 2018 hat zwei Phänomene gezeigt: lang anhaltende Trockenheit und einzelne Starkregenereignisse; beide Extreme sind keine singulären Ereignisse, vielmehr werden die Extreme sich unregelmäßig wiederholen und so zu einem Strukturmerkmal. Wie können städtische und ländliche Infrastrukturen so transformiert werden, dass einerseits die Ressource Wasser (Trink- und Abwasser) rationeller eingesetzt wird und wie können Starkregenereignisse besser abgefangen werden? Die Beantwortung dieser Fragen erfordert planerisches und infrastrukturelles Umdenken im städtischen/regionalen Kontext. Hierzu wird die Veranstaltung Grundlagenwissen vermitteln und anhand von Fallstudien (Ergebnisse von F+E Vorhaben) und Exkursionen zu in Deutschland umgesetzten großtechnischen (Pilot-) Projekten in Frankfurt/Main, Hamburg und dem Hessischen Ried vertiefen.</p> <p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung Stadtentwicklung • Einführung Infrastrukturplanung • Integriertes Regenwassermanagement (AnReKA) • Intelligente wasserwirtschaftliche Systemlösungen auf Quartiersebene in Frankfurt am Main und Hamburg (netWORKS 3) • Sektorkopplung am Beispiel von 5 städtischen Quartieren in Erfurt (INFRA-URBAN) • Kopplung von regenerativer Energiegewinnung mit innovativer Stadtentwässerung (KREIS) • Infrastrukturplanung im Kontext Stadt/Umland (IWRM Rhein-Main) • Integriertes Wasser-Ressourcen-Management (IWRM) in Entwicklungsländern (Namibia und Iran) • Infrastrukturplanung für schnell wachsende Städte (SEMIZENTRAL, China) • Exkursionen zu Umsetzungsprojekten auf Gebäude-, Quartiers- und regionaler Ebene (Frankfurt/Main, Hamburg, Hessisches Ried)
Titel der Lehrveranstaltungen	Transformation technischer Infrastrukturen mit Auswirkungen auf Stadt- und Regionalplanung – am Beispiel der Wasserver- und Abwasserentsorgung
Lehr-/Lernformen	Vorlesung, Exkursion; problembasiertes Lernen, selbstgesteuertes Lernen, Referate

Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bau- 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	Siedlungswasserwirtschaft SWW GL Grundlagen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 90 Stunden (4 SWS Vorlesung plus 3 Exkursionen à 10 Stunden) Selbststudium: 90 Stunden
Studienleistung	Referat (ca. 20 min.)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	V.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Felmeden, PD Dr. Thomas Kluge
Lehrende des Moduls	V.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Felmeden, PD Dr. Thomas Kluge
Medienformen	PowerPoint-Präsentationen, Videos, Fotos, Veröffentlichungen von F+E Vorhaben als PDF
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Engels, F. (2009): Die Wohnungsfrage" MEW Bd 18 S. 209–285, Berlin • Corbin, A. (1982): Pesthauch und Blütenduft--Eine Geschichte des Geruchs, Berlin • Evans, R. (1990): Death in Hamburg, Cambridge • Frey, M. (1997): Der reinliche Bürger. Entstehung und Verbreitung bürgerlicher Tugenden 1760 –1860, Göttingen • Lindley, W.H.(1904): Municipal Engineering on the Continent, London • Chadwick, E. (1842): Report on the Sanitary Condition of the Labouring People and on the means of its Improvement, London • Illi, M. (1987): Von der Schissgroub zur modernen Stadtentwässerung, Zürich • Bude, I., Kleinebenner, G. (2005): Stadt und Region im Mittelalter, Bielefeld • DWA (2006): Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE). Arbeitsblatt A–100, Hennef • DWA (2014): Grundsätze für die Planung und Implementierung Neuartiger Sanitärsysteme (NASS). Arbeitsblatt A–272, Hennef • Felmeden J., Michel B. (2018) Denken in neuen Kategorien. der gemeinderat (61) 10, 24–25 • Zimmermann M., Felmeden J., Michel B. (2018) Integrated Assessment of Novel Urban Water Infrastructures in

	<p>Frankfurt am Main and Hamburg, Germany. Water 10 (2) 211</p> <ul style="list-style-type: none">• Zimmermann M., Woltersdorf L., Felmeden J., Müller K. (2018) Water Reuse for Agricultural Irrigation in Liehr S., Kramm J., Jokisch A., Müller K. (eds.) Integrated Water Resources Management in Water-scarce Regions: Water Harvesting, Groundwater Desalination and Water Reuse in Namibia. IWA-Publishing, 42-51• Winker M., Libbe J., Felmeden J., Giese T., Kunkel S. (2017) Dependenzen und Interdependenzen von Siedlungs- und Baustruktur mit der Wasser- und Energieinfrastruktur in Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.), Wasserinfrastrukturen für die zukunftsfähige Stadt. Beiträge aus der INIS-Forschung, 140-144• Kunkel S., Utesch B., Winker M., Felmeden J. (2017) Wärmerückgewinnung und Betriebswasser-nutzung – Umsetzung einer Systemalternative in Frankfurt am Main in M. Winker, J. Trapp, J. Libbe, E. Schramm (Hrsg.), Wasserinfrastruktur: Den Wandel gestalten. Technische Varianten, räumliche Potenziale, institutionelle Spielräume. Berlin, Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH, 99-115• Felmeden J., Michel B., Schramm E., Trapp J., Zimmermann M. (2017) Gesamtstädtische und regionale Perspektive in M. Winker, J. Trapp, J. Libbe, E. Schramm (Hrsg.), Wasserinfrastruktur: Den Wandel gestalten. Technische Varianten, räumliche Potenziale, institutionelle Spielräume. Berlin, Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH, 185-194• Hamburg Wasser (2012): KREIS – Versorgung durch Entsorgung. Kopplung von regenerativer Energiegewinnung mit innovativer Stadtentwässerung• Tolksdorf, J.; Lu, D.; Kale, S.; Bieker, S.; Dai, X.; Wagner, M. (2016): Semizentrale Ver- und Entsorgungssysteme für schnell wachsende urbane Räume – Konzept und Realisierung. In: „Mit Abwasserbehandlung Zukunft gestalten“ 88. Darmstädter Seminar – Abwassertechnik – am 25.05.2016 in Darmstadt. Hrsg.: Verein zur Förderung des Instituts der TU Darmstadt e.V. Darmstadt: Eigenverlag, 2016 (Schriftenreihe IWAR 236), S. 63-78• Webpage des IWRM Rhein-Main: https://iwrn.hessen.de/
--	---

M3.3 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>Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung</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 Teilmoduls durch wissenschaftliche Kurzvorträge gestärkt werden (Vermittlung von Schlüsselkompetenzen).</p> <p>Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung</p> <p>Das zweite Teilmodul 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 Gesamtwasserbedarfs 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	Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung VL+P, Ü (4 SWS) Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung VL, Ü (2 SWS)
Lehrinhalte	Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung <ul style="list-style-type: none"> ▪ Globale wasserwirtschaftliche Herausforderungen und Nachhaltige Entwicklungsziele (SDG, UN-2018) ▪ Ziel und Umfang wasserwirtschaftlicher Planungen ▪ Integrierte Bewirtschaftung von Wasserressourcen (IWRM) ▪ Methoden und Konzepte für die nachhaltige, integrierte wasserwirtschaftliche Planung ▪ Wasserbilanzierung und Szenarienrechnung für die Prognose möglicher wasserwirtschaftlicher Konflikte sowie als Grundlage für die Entwicklung von Antwortstrategien ▪ Analyse wasserwirtschaftlicher Systeme ▪ Ökonomische Grundlagen und Kosten-Nutzen-Analyse ▪ Bewertung und Vergleich wasserwirtschaftlicher Maßnahmen mit Hilfe multikriterieller Verfahren ▪ Methoden der Mehrzieloptimierung für die Planung und Bewirtschaftung wasserwirtschaftlicher Mehrzwecksysteme ▪ Grenzüberschreitende Wasserbewirtschaftung und Wassertransfervorhaben ▪ Flussgebietsbewirtschaftung im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie (Fallstudien: Weser und Elbe) ▪ Anpassungsstrategien an den Klimawandel ▪ Entscheidungsunterstützung durch wasserwirtschaftliche Expertensysteme Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung <ul style="list-style-type: none"> ▪ Grundlagen des landwirtschaftlichen Wasserbaus, Be- und Entwässerung ▪ Unterschiedliche Bewässerungstechniken und ihr Einsatz ▪ Evapotranspiration, Bodenwasserhaushalt und Pflanzenproduktion ▪ Monitoring, Bilanzverfahren und Steuerung der Bewässerung ▪ Anwendung von Planungswerkzeugen der Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rom (FAO) ▪ Numerische Simulation des Bodenwasserhaushalts und Kontrolle der Bodenversalzung unter Bewässerung mit HYDRUS ▪ Grundlagen der Planung und Implementierung von Bewässerungsprojekten als Teil einer integrierten

	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 Kurzvortrags 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>Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung</p> <p>DVWK (1999): Integrierte Bewertung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen, DVWK-Materialien 1 /1999, Bonn.</p> <p>Herath, G. & Prato, T., Ed. (2006): Using Multi-Criteria Decision Analysis in Natural Resource Management, Ashgate, England, ISBN: 978-0-7546-4596-2.</p> <p>Jain, S. K., & V.P. Singh (2003): Water resources system planning and management, Elsevier, Amsterdam, Netherlands.</p> <p>Lecher, K., Lühr, H.-P. & U.C.E. Zanke, Hrsg. (2015): Taschenbuch der Wasserwirtschaft: Grundlagen – Maßnahmen – Planungen, Springer Vieweg, 9. Auflage, ISBN: 9-783-52812-5806.</p> <p>Loucks, D. P., Beek, E.v., Stedinger, J.R., Dijkman, J.P.M. & M.T. Villars (2005): 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>Maniak, U. (2000): Wasserwirtschaft – Einführung in die Bewertung wasserwirtschaftlicher Vorhaben, Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York, ISBN: 3-540-59206-7.</p> <p>Nachtnebel, H. (1988): Wasserwirtschaftliche Planung bei mehrfacher Ziesetzung. Wiener Mitteilung Bd.78, Universität für Bodenkultur Wien.</p> <p>Rumm, P. & S.v. Keitz & M. Schmalholz, Hrsg. (2008): 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>Vanrolleghem, P.A. Ed. (2011): Decision Support for Water Framework Directive Implementation – Water Framework Directive Series, Vol.3, IWA Publishing, New York, ISBN: 1-8433-9-3271.</p> <p>Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung</p> <p>Burton, M. (2013): Irrigation Management: Principles and Practices, ISBN: 978-1780644349, pp.386.</p> <p>Campanhola, C. & S. Pandey (eds) (2018): Sustainable Food and Agriculture: An integrated Approach, FAO, Academic Press, ASIN: B07L6CKRNY, pp.542.</p> <p>FAO (2019): Land and Water Software Tools: http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/en/</p> <p>Guyman, G.L. (2008): Unsaturated Zone Hydrology. Pearson Technology Group, 2. Auflage, ISBN: 978-0133690835, pp.224.</p> <p>Hoanh, C.T. (2016): Climate Change and Agricultural Water Management in Developing Countries, CABI Climate Change Series Book 7, ASIN: B019HBWJN8, pp.240.</p> <p>Kozel, P. (2016): Irrigation and Drainage: Sustainable Strategies and Systems. Scitus Academics LLC, ISBN: 978-1681174686, pp.326.</p> <p>Laycock, A. (2011): Irrigation Systems: Design, Planning and Construction, ISBN: 978-1845938741, pp.320.</p> <p>Lazarova, V. & A. Bahri (eds) (2004): Water Reuse for Irrigation. Agriculture, Landscapes and Turf Grass, CRC Press, ISBN: 978-1566706490, pp.432.</p> <p>Merrington, G., Winder, L., & M. Redman (2002): Agricultural Pollution: Environmental Problems and Practical Solutions, Environmental Science and Engineering Series, CRC Press, ASIN: B07C55VTP, pp.264.</p> <p>PC-PROGRESS (2019): HYDRUS 1D-2D-3D – das Simulationstool für die ungesättigte Bodenzone, Introduction, program description, user and technical manuals. https://www.pc-progress.com</p> <p>Lecher, K., Lühr, H.-P. & U.C.E. Zanke, Hrsg. (2015): Taschenbuch der Wasserwirtschaft: Grundlagen – Maßnahmen – Planungen, Springer Vieweg, 9. Auflage, ISBN: 9-783-52812-5806, pp.1305.</p> <p>Ritzema, H.P. (ed.) (1994): Drainage Principles and Applications. International Institute for Land Reclamation and Improvement – ILRI, ISBN: 978-9070754334, pp.1109.</p> <p>Withers, B., Vipond, S. & K.Lecher (1993): Bewässerung. Übersetzung der englischen Fassung von Withers-Vipond, Blackwell-Wissensch.-Verlag Berlin.</p>
--	--

	Waller, P. & M. Yitayew (2016): Irrigation and Drainage Engineering. Springer, ASIN: B0186VM6ZQ, pp.742.
--	---

M3.4 Methoden der Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit

Nummer/Code	
Modulname	Methoden der Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Studierende haben die grundlegende Herangehensweise an die umwelt- und nachhaltigkeitsbezogene Bewertung von Technologien kennen gelernt und sind in der Lage einschlägige Konzepte und Online-Tools (einschließlich der Ökobilanzierung) einzuordnen und selbständig anzuwenden.</p> <p>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 der Region bzw. des Landes und quantitativ begründet Abwägungen bei Zielkonflikten durchführen.</p> <p>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"> • Grundlagen der Technikbewertung (u.a. VDI 3780) • Überblick allgemeine Methoden (z.B. Trend-, Kosten-Nutzen-, Risikoanalysen, Szenariotechnik, Simulation) • Ziele von Umwelt- und Nachhaltigkeitspolitiken (ProgRes und Agenda 2030) • Safe-Operating-Space und Safe-Operating-Range • Systemperspektiven zur mehrskaligen und sektorübergreifenden Analyse und Bewertung • Wirkungs- und umsatzbezogene Indikatoren für Klima- und Ressourcenschutz etc. • „Fußabdrücke“ von Ressourcennutzung und Umweltbelastung • Effizienzsteigerung versus Problemverlagerung • Typen stoffflussbasierter Analyse- und Bewertungsmethoden • Methodenvertiefung Ökobilanzierung (Life-Cycle-Assessment, LCA) • Methoden zu Analyse und Bewertung stofflichen Ressourcenverbrauchs (u.a. Kumulierter Rohstoffaufwand nach VDI 4800) • Indikatoren für lebenszyklusweite Nutzung von Land- und Wasserressourcen • Ökonomische Bewertung: Lebenszykluskostenanalyse

	<ul style="list-style-type: none"> • Soziale Bewertung (social LCA) • Prinzipien vergleichender Analyse und Bewertung • Optionen der Güterabwägung zur Bewertung von „Trade-offs“ • Umgang mit Unsicherheiten
Titel der Lehrveranstaltungen	Methoden der Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Die Veranstaltung besteht aus einem VL Teil und einem Übungsteil, in dem die Studierenden den Stoff durch Anwendungsbeispiele erlernen, u.a. durch softwaregestützte Technikbewertung und die Analyse von TA Studien.
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Umweltingenieurwesen (M3 Ergänzung Umweltingenieurwesen), RE2, Nachhaltiges Wirtschaften, Wirtschaftsingenieurwesen und Zertifikatsprogramm Umweltwissen des GradZ.
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 Fall- bzw. Anwendungsbeispiels, das die Studierenden erarbeitet haben
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	In Abhängigkeit der Zahl der Teilnehmer/innen entweder mündliche Prüfung (15–30 min.) oder Klausur (90–120 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stefan Bringezu
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Stefan Bringezu, Dr.-Ing. Clemens Mostert
Medienformen	Power Point Präsentationen (werden auf Moodle gestellt), Übungsaufgaben; PC Pool

Literatur	Ausgewählte Literatur wird in der Veranstaltung angegeben und über Moodle zur Verfügung gestellt.
-----------	---

M3.5 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"> • Energiebilanzierung, Energieressourcen, Energieversorgungsstrukturen • nachhaltige Entwicklung und Methoden der Umweltbewertung • Energiebilanzen bei Nichtwohngebäuden • thermische Behaglichkeit und Luftqualität • regenerative Energien auf Versorgungsebene • Stoffstrommanagement • integrative Wasserkonzepte • Konzept nachhaltiger Stadtentwicklung • Wirkung auf globale und lokale Umwelt (z.B. Treibhauspotential) • Ressourcen, Inanspruchnahme und Abfallaufkommen (z.B. Primärenergiebedarf) • Gesundheit und Behaglichkeit (z.B. thermischer Komfort im Winter und im Sommer) • Qualität der technischen Ausführung (z.B. Ausstattungsqualität der technischen Gebäudeausrüstung) • Qualität der Bewirtschaftung von Gebäuden (Gebäudemanagement)
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.; Mösle, 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, Planungswerkzeuge. 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>

M3.6 Siedlungswasserwirtschaft – Wasserchemie, Neuartige Wasserinfrastrukturen, Energie aus Abwassersystemen

Nummer/Code	
Modulname	Siedlungswasserwirtschaft – Wasserchemie, Neuartige Wasserinfrastrukturen, Energie aus Abwasser
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>SWW 09 Das Teilmodul SWW 9 „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>SWW 11 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 SWW 11 „Neuartige Wasserinfrastrukturen“ vermittelt den Studierenden Inhalte, wie den o.g. Herausforderungen mittels neuartiger Sanitärsysteme begegnet und eine möglichst weitgehende Schließung von Stoff- und Wasserkreisläufen zur Wiederverwertung der im Abwasser enthaltenen Wertstoffe erreicht werden kann.</p> <p>SWW 12 Das Teilmodul SWW 12 „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, Lageenergie, Bioenergie zur</p>

	Strom- und Wärmegewinnung aus Faulgas) ein Schwerpunktthema dieser Vorlesung dar.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (6 SWS)
Lehrinhalte	<p>SWW 09 Vorlesung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Chemie • Allgemeine Wasserchemie / Chemie wässriger Lösungen • Spezielle Wasserchemie für den Bereich der Siedlungswasserwirtschaft • Analytische Verfahren <p>Praktikum:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Säure-Base-Titrationen • Basisverfahren der Analytik im Wasserbereich nach DEV (z.B. Bestimmung der Summenparameter CSB & BSB, Bestimmung der suspendierten Feststoffe) <p>SWW 11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begriffe und Stoffströme • Systeme und Konzepte • Behandlungsmöglichkeiten/-ziele • Verwertung und Nutzung • Systemintegration in den Bestand • Anwendungsempfehlungen u. Planungsprozess • Mehrdimensionale Bewertung • Praxisbeispiele • Übungen und Exkursion <p>SWW 12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechtliche Grundlagen Erneuerbare Energien • Potenziale Erneuerbarer Energien • Integrierte nachhaltige Konzepte für Erneuerbare Energien • Energienutzung aus Abwassersystemen (Wärme, Wasserkraft, Wärmepumpen)) • Anaerobe Prozesstechnik • Thermische und elektrische Nutzung von Faulgas
Titel der Lehrveranstaltungen	Siedlungswasserwirtschaft SWW 09 „Wasserchemie“ Siedlungswasserwirtschaft SWW 11 „Neuartige Wasserinfrastrukturen“ Siedlungswasserwirtschaft SWW 12 „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	SWW 9: jedes Wintersemester SWW 11+ SWW 12: jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Siedlungswasserwirtschaft SWW GL Grundlagen Siedlungswasserwirtschaft SWW 02 & 07 Aufbauwissen Siedlungswasserwirtschaft SWW 04 Klärschlammbehandlung
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 90 Stunden Selbststudium: 180 Stunden
Studienleistungen	SWW 09 – Durchführung der Versuche (12 Stunden) Versuchsberichte (30 Stunden)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Zwei Klausuren (jeweils 90–180 min.)
Anzahl Credits für das Modul	9
Modulverantwortliche/r	V.-Prof. Dr. Jörg Felmeden
Lehrende des Moduls	V.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Felmeden, Prof.-Dr. Johannes Müller-Schaper, Dipl.-Chemieing. Ursula Telgmann, Dr. Till Elgeti
Medienformen	Skript, Beamer, Tafel, Overheadprojektor
Literatur	<p>SWW 09: Mortimer, C. E.; Müller, U.; Beck, J.: Chemie : Das Basiswissen der Chemie. akt. Aufl. , Stuttgart : Thieme Verlag Normen und Regelwerke</p> <p>SWW 11: DWA (2008): Neuartige Sanitärsysteme. DWA-Themen. Hennef. DWA (2014): Grundsätze für die Planung und Implementierung Neuartiger Sanitär-systeme (NASS). Arbeitsblatt A 272. Hennef. Felmeden et al. (2016): Integrierte Bewertung neuartiger Wasserinfrastrukturen. netWORKS-Papers, 32. Difu, Berlin.</p> <p>SWW 12: 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 – Abwasserwärmenutzung)</p>

M3.7 Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit – Anwendungen

Nummer/Code	
Modulname	Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit – Anwendungen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Studierende haben die Anwendung von Methoden zur umwelt- und nachhaltigkeitsbezogenen Bewertung von Produktionsverfahren und Produkten praktiziert und sind in der Lage einschlägige Konzepte und Online-Tools (einschließlich der Ökobilanzierung) selbständig anzuwenden.</p> <p>Sie sind in der Lage, wesentliche Anforderungen von Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement auf betrieblicher Ebene praxisorientiert mit wissenschaftlichen Kriterien des Stoffstrom- und Ressourcenmanagements zu verbinden und zielorientiert schrittweise umzusetzen. Sie wissen, wie einschlägige Normen und politische Vorgaben berücksichtigt werden können, welche Indikatoren für die ökologische, ökonomische und soziale Bewertung zur Verfügung stehen und wie diese mittels eigener Recherche und verfügbaren Datenbasen ermittelt, mit geeigneter Software aufbereitet und akteursorientiert kommuniziert werden können. Sie haben Erfahrung in Teamarbeit und projektbasierter Arbeitsorganisation gesammelt.</p> <p>Das Modul stärkt explizit die Methodenkompetenz der Studierenden.</p>
Lehrveranstaltungsarten	PS (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Im Rahmen des Projektseminars werden an Hand eines ausgewählten Beispielthemas die Methoden der Umwelt- und Nachhaltigkeitsbewertung zur Anwendung gebracht und die dafür erforderlichen Kenntnisse vermittelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Betriebliches Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement • Anforderungen an die Kennzeichnung von Produkten • Lebenszyklusbasierte Bewertung von Produkten (Ökobilanzierung) • Bestimmung der „Vier Fußabdrücke“ als Leitindikatoren der Umweltbelastung • Ermittlung von Indikatoren der Ressourceneffizienz und nachhaltiger Ressourcennutzung • Bestimmung von Indikatoren zur Nachhaltigkeitsbewertung • Datenrecherche • Datenbanken für Ökobilanzierungen • Softwarepakete für LCA • Projektorganisation und Teamarbeit • Akteursorientierte Kommunikation <p>Als Beispielthemen, die der Formulierung der zentralen Projektaufgabe dienen, zählen z.B.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Bewertung der Mensa-Menüs unter Nachhaltigkeitsaspekten; • Bewertung von Produktionsverfahren mit CO₂-Nutzung unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit. <p>In das Projektseminar fließen aktuelle Forschungsergebnisse, Methodenentwicklungen und Daten des Center for Environmental Systems Research (CESR) ein.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit – Anwendungen
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Die Gruppe der Studierenden bearbeitet als Team eine ausgewählte Aufgabenstellung. Sie erhalten themen- und methodenbezogene Impulse und Feed-Back sowie Anleitung zur projektmäßigen Organisation der Herangehensweise, Durchführung und Ergebnisdarstellung der Arbeit. Sie können auf Rechnerkapazität und verfügbare LCA-Software zugreifen.
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Umweltingenieurwesen (M3 Ergänzung Umweltingenieurwesen, M7 SQ Umweltökonomie), RE2, Nachhaltiges Wirtschaften, Wirtschaftsingenieurwesen und Zertifikatsprogramm Umweltwissen des GradZ.
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	Deutsch mit englischen Lehrmaterialien
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Methoden der Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit (VL+Ü im WiSe); nicht zwingende aber empfohlene Voraussetzung
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (50 Stunden) Selbststudium: 130 Stunden
Studienleistungen	Dokumentierte schriftliche und mündliche Beiträge der Studierenden zur Lösung der Teamaufgabe (ca. 25 Stunden, inkl. Recherche, Präsentation und Dokumentation)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Anteilmäßige Anrechnung der Studienleistungen; jeweils individueller Beitrag zur Abschlusspräsentation (10–15min je Teiln.) sowie zum Abschlussbericht (ca. 10 S. je Teiln.) der Gruppe
Anzahl Credits für das Modul	6

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Stefan Bringezu
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Stefan Bringezu, Dr.-Ing. Clemens Mostert
Medienformen	Mündliche Anleitung, unterstützt von Power Point Präsentationen (werden auf Moodle gestellt), PC Pool
Literatur	Ausgewählte Literatur wird in der Veranstaltung angegeben und über Moodle zur Verfügung gestellt.

M3.8 Vertiefende Hydraulik

Nummer/Code	
Modulname	Vertiefende Hydraulik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Vertiefende Hydromechanik</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 wasserbaulichen Technischen Hydraulik kennen. Sie verstehen die Voraussetzungen allgemein angewendeter 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>Wasserbauliches Versuchswesen</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>Vertiefende Hydromechanik</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 Gerinne- und Rohrströmungen (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>Wasserbauliches Versuchswesen</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	Vertiefende Hydromechanik Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden Wasserbauliches Versuchswesen Präsenzzeit: 2 SWS (24 Stunden), davon 16 Stunden Gruppenübungen Selbststudium: 66 Stunden
Studienleistungen	Wasserbauliches Versuchswesen 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 Gesamtbericht verbunden sein und in einem Fachgespräch präsentiert werden.
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Vertiefende Hydromechanik: 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	Vertiefende Hydromechanik Bollrich, G.: Technische Hydromechanik, Berlin 2013

	<p>Böswirth & 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>Wasserbauliches Versuchswesen Kobus, H., 1984: Wasserbauliches Versuchswesen. Schriftenreihe des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau; Band 39. Paul Parey, Hamburg.</p>
--	---

M3.9 Luftreinhaltung – Bestimmung und Bewertung von Emissionen und Immissionen

Nummer/Code	
Modulname	Luftreinhaltung – Bestimmung und Bewertung von Emissionen und Immissionen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Das Modul vermittelt ein tiefgreifendes Verständnis für die Messverfahren zur quantitativen Bestimmung von Luftschadstoffen, für die zugrundeliegenden physikalischen und chemischen Prinzipien sowie für die Modellierung des Ausbreitungsverhaltens von Luftschadstoffen.</p> <p>Ein weiterer Schwerpunkt ist die Vermittlung von Fachkenntnissen und Methoden zur Beurteilung von Messergebnissen und zur Abschätzung der daraus resultierenden Wirkung auf die Umwelt.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Luftreinhaltung – Luftmesstechnik I</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der Messtechnik für Luftschadstoffe - Normative und gesetzliche Anforderungen - Emissionsmessungen - Messverfahren zur Überwachung der Emission - Diskontinuierliche chemische Verfahren - Kontinuierliche Messtechnik - Auswertung von Messergebnissen - Qualitätssicherung von Prüflaboratorien und Akkreditierung (DIN EN ISO 17025) - Durchführung einer Partikelmessung an der Emissionssimulationsanlage des HLNUGs <p>Luftreinhaltung – Luftmesstechnik II und Immissionsprognose</p> <ul style="list-style-type: none"> - Messung von Gerüchen - Immissionsmessungen - Zukunftsthemen: Ultrafeine Partikel, PEMS - (Wiederholung) Meteorologischer Grundlagen - Rechenmodelle - Durchführung von Ausbreitungsrechnungen, Erstellung von Immissionsprognosen

	- Anwendungsfälle aus der Praxis und Durchführung einer (konkreten) Immissionsprognose (Ausbreitungsrechnung)
Titel der Lehrveranstaltungen	Luftreinhaltung – Luftmesstechnik I Luftreinhaltung – Luftmesstechnik II und Immissionsprognose
(Lehr- / Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vortrag, Praxisteile (Übungen, Exkursion)
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Luftreinhaltung – Luftmesstechnik I (jedes Wintersemester) Luftreinhaltung – Luftmesstechnik II und Immissionsprognose (jedes Sommersemester)
Sprache	Deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Luftreinhaltung – Grundlagen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	
Studienleistungen	Übungsaufgabe zu Luftmesstechnik I (Bearbeitungszeit: ca. 4 Stunden)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 min)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. David Laner
Lehrende des Moduls	Dr. Dominik Wildanger (HLNUG)
Medienformen	PowerPoint , Tafelanschrift, Übungsaufgaben, Exkursion bzw. Praxistag
Literatur	Görner & Hübner (Hrsg.): „Gasreinigung und Luftreinhaltung“, 2002, Springer • BAFU: „Emissionsmessung bei stationären Anlagen. Emissions-Messempfehlungen.“, 2013, Bundesamt für Umwelt, Bern. Weitere Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

M4 Ingenieurwissenschaften Ergänzung

In den Ergänzungsbereichen Umweltingenieurwesen und Ingenieurwissenschaften 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.

Zur Erweiterung der Ingenieurmethoden oder zur Ergänzung der gewählten Schwerpunkte A und B innerhalb des Masterstudiums sind Module im Umfang von minimal 6 und maximal 12 Credits zu wählen. Diese sollen einen eindeutigen ingenieur-technischen Bezug aufweisen.

Folgende Module können gewählt werden:

- Arbeitssicherheit im Baubetrieb, AS 2 (3 C)
- Baustatik (12 C)
- Bodenmechanik (6 C)
- Einführung in die Simulationsumgebung TRNSYS (3 C)
- Energiemanagementsysteme (3 C)
- Experimentelle Mechanik I (6 C)
- Geotechnik im Umweltingenieurwesen (6 C)
- GIS Erweiterungskurs (3 C)
- Massivbau Grundlagen (6 C)
- Modellierung und Simulation: Analyse kontinuierlicher Systeme (6 C)
- Numerische Mechanik 1 und 2 (2x6 C)
- Operations Research und Simulation (6 C)
- Rationelle Energienutzung in Gebäuden – Grundlagen Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung (6 C)
- Rheologie und Gebrauchsverhalten von Straßenbaustoffen (6 C)
- Simulation und Steuerung von Produktions- und Energiesystemen (6 C)
- Sondergebiete der Bauphysik und der TGA in der Architektur – Planungsinstrumente (6 C)
- Strömungsmesstechnik (6 C)
- Wärmeübertragung II (6C)

Zur Erweiterung der gewählten Schwerpunkte werden insbesondere folgende Empfehlungen gegeben:

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

- Bahnbau & Bahnbetrieb (6 C)
- Konstruktiver Verkehrswegebau (6 C)
- Nicht gewählte Module aus dem Schwerpunkt „Verkehr und Umwelt“

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

- Intelligente Stromnetze (3 C)

Die Modulbeschreibung „Massivbau Grundlagen“ und „Rationelle Energienutzung in Gebäuden – Grundlagen Bauphysik und Technische Gebäudeausrüstung“ sind der Rubrik Bachelor-Ingenieurwissenschaften Ergänzung zu entnehmen.

M4.2 Arbeitssicherheit im Baubetrieb (AS2)

Nummer/Code	E Bau 2
Modulname	Arbeitssicherheit im Baubetrieb
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	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 Gesundheitsschutzpläne in der Planungs- und Ausführungsphase zu erstellen.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (2 SWS)
Lehrinhalte	<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	Teilmodul Arbeitssicherheit 2 (AS 2)
Lehr-/Lernformen	Vorlesung mit vorlesungsbegleitenden Übungen, Vorlesung mit Beamer
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	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	

Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 min.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Peter Racky
Lehrende des Moduls	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

M4.3 Bahnbau und Bahnbetrieb

Nummer/Code	
Modulname	Bahnbau und Bahnbetrieb
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Studierende haben die Grundlagen des Bahnbaus und 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 (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Bahnbau</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trassierung von Bahnanlagen (Fahrdynamik, Querschnittsgestaltung, Weichen und Kreuzungen) • Bau der Eisenbahninfrastruktur (Lastannahmen, dynamische Verkehrslasten, Erdbau, Schottergleise, Feste Fahrbahn) • Hybride Verkehrsflächen (Straßenbahnen im öffentlichen Straßenraum) <p>Bahnbetrieb</p> <ul style="list-style-type: none"> • Betrieb von Bahnanlagen • Steuerungs- und Signaltechnik • Fahrdynamik und Fahrplan • Betriebssteuerung und -sicherung • Güterverkehr • Personenverkehr
Titel der Lehrveranstaltungen	Bahnbau 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: 4 SWS (42 Stunden) Selbststudium: 138 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Fachgespräch (30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Robert Hoyer
Lehrende des Moduls	Dr.-Ing. Konrad Mollenhauer, Prof. Dr.-Ing. Robert Hoyer
Medienformen	Beamer, Tafel
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

M4.4 Baustatik

Nummer/Code	
Modulname	Baustatik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>In dieser Vorlesung werden vertiefende Themen der Statik angesprochen. Den ersten und größten Block bilden dabei die Einflussfunktionen. Der Student lernt, was Einflussfunktionen sind und warum Einflussfunktionen zur statischen Analyse von Tragwerken nützlich sind und wie sie eingesetzt werden. In anschaulicher, grafischer Weise wird dann erklärt, wie Einflussfunktionen an statisch bestimmten Tragwerken ermittelt werden können und der Student eignet sich diese Techniken an. Danach werden Einflussfunktionen an statisch unbestimmte Tragwerke behandelt und das Thema wird auf die Analyse von ganzen Tragwerken ausgeweitet, um dem Studenten die Einsicht zu vermitteln, dass die (versteckte) Kinematik das wesentliche Charakteristikum eines Tragwerks ist.</p> <p>Im zweiten Teil der Vorlesung werden Seile behandelt. Der Student lernt das Tragverhalten von Seilen kennen, lernt wie man Seilpolygone ermittelt und wie natürlich leitet das Thema über zu den Stützlinien und der Student lernt die Stützlinien für verschiedene Lasten zu ermitteln.</p> <p>Im dritten Teil der Vorlesung werden Schubträger behandelt und der Student lernt, wie sich solche Träger unter verschiedener Belastung verformen und lernt, dass Stockwerkrahmen sich wie Schubträger verhalten.</p> <p>Im vierten Teil der Vorlesung wird das Tragkonzept von Spannbandbrücken vorgestellt. Der Student lernt, dass der Balken nach Theorie II. Ordnung und Spannbandbrücken eng verwandt sind und dass auch Bogenbrücken mit aufgeständerter Fahrbahn in diese Klasse gehören.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS), Ü (2 SWS)
Lehrinhalte	<p>Modellierung mit Finiten Elementen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellierung von Tragwerken mit finiten Elementen • Elementtypen • Variationsprinzip • Schnittgrößenermittlung mit der FEM • Interpretation und Bewertung der Ergebnisse • Adaptive Verfahren • Genauigkeit • Bemessung • Nichtlineare Probleme • Anwendung im Massivbau • Einarbeitung in ein kommerzielles FE-Programm <p>Statik der Flächentragwerke</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Statik der Kontinua • Elastizitätstheorie

	<ul style="list-style-type: none"> • Scheiben • Platten • Schalen • numerische Methoden <p>Statik der Flächentragwerke II (ab WS 2015/2016 ersetzt durch das Teilmodul Nichtlineare Baustatik)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Schalentheorie • Membrantheorie der Rotationsschalen • Biegetheorie der Rotationsschalen • Zusammengesetzte Schalen <p>Baustatik III</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einflussfunktionen • Traglastverfahren • Seilstatik • Schubträger • Bogenträger • Nichtlineare Probleme
Titel der Lehrveranstaltungen	Modellierung mit Finiten Elementen Statik der Flächentragwerke I Statik der Flächentragwerke II (ab WS 2015/2016 ersetzt durch das Teilmodul Nichtlineare Baustatik) Baustatik III
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung und Übung
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	jedes Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Semester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Baustatik I und II, Mechanik I und II
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 8 SWS (120 Stunden) Selbststudium: 240 Stunden
Studienleistungen	Vorlesungsbegleitend werden 3 Testate (schriftliche Prüfung, jeweils 30 Minuten) angeboten. Die Studienleistung gilt als erbracht, wenn mindestens 2 der 3 Testate bestanden werden.

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Erfolgreicher Abschluss der Studienleistung
Prüfungsleistung	Klausur (120 min.)
Anzahl Credits für das Modul	12
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. -Ing. Jens Wackerfuß
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. -Ing. Jens Wackerfuß, Dr.-Ing. Peter Jahn
Medienformen	Tablet PC, Beamer, Internet Plattform Moodle
Literatur	Altenbach, Naumenko, Ebene Flächentragwerke; Girkmann, Flächentragwerke; Hake, Meskouris, Statik der Flächentragwerke; Hartmann, Structural Analysis with Finite Elements; Petersen, Statik und Stabilität der Baukonstruktionen; Link, Finite Elemente in der Statik und Dynamik; Rothert, Nichtlineare Stabstatik

M4.5 Bodenmechanik

Nummer/Code	
Modulname	Bodenmechanik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Bodenmechanik Ergänzungen</p> <p>Die Studierenden erlangen vertiefte Kenntnisse über das bodenmechanische Verhalten des Werkstoffes Boden im Zusammenhang mit bautechnischen Aufgaben sowie dessen Implementierung in numerischen Berechnungsverfahren. Die Studierenden sollen die Kompetenz erwerben, bodenspezifische Eingangswerte zur Anwendung moderner numerischer Rechenverfahren bei konkreten Fragestellungen in der Geotechnik zu ermitteln und kritisch zu beurteilen. Die Studierenden sollen befähigt werden typische geotechnische Fragestellungen (bspw. Setzungen von Gründungen, Verformungen von Baugruben, Standsicherheit von Böschungen) mittels numerischer Berechnungen mit der Finite Elemente Methode zu bearbeiten.</p> <p>Bodenmechanisches Laborpraktikum:</p> <p>Von den Studierenden werden bodenmechanische Standardversuche unter Anleitung selbstständig durchgeführt und ausgewertet. Ziel ist das Erlernen des selbstständigen Umgangs mit bodenmechanischen Versuchsaapparaturen sowie die Verknüpfung der theoretischen bodenmechanischen Ansätze mit den Ergebnissen der Laborversuche. Weiterhin sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, selbstständig Eingangswerte für analytische und numerische Standsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsberechnungen zu ermitteln.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, P/i (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Bodenmechanik Ergänzungen:</p> <p>Zeitabhängiges Material- und Verformungsverhalten von Böden (Konsolidation von Böden und Bodenkriechen); Stoffgesetze für Böden (Verformungsverhalten von linear-elastisch bis hypoplastisch, Scherfestigkeit, Planung und Interpretation von Elementversuchen); Numerik in der Geotechnik (Grundlagen, Wahl von Berechnungsausschnitten und Diskretisierung des Modells, Simulation von Bauzuständen und nichtlineare Berechnungen); Baugrunddynamik; Modellversuche in der Geotechnik.</p> <p>Bodenmechanisches Laborpraktikum:</p> <p>Eigenständige Durchführung von geotechnischen Feld- und Laborversuchen: Standardlaborversuche, Ermittlung von Steifigkeitsparametern von Böden (Kompressionsversuche), Ermittlung von Festigkeitsparametern von Böden (Triaxial- und Rahmenscherversuche), Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwerts; Plattendruckversuch, Handhabung von Auswertungsprogrammen.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Bodenmechanik Ergänzungen, Bodenmechanisches Laborpraktikum

(Lehr-/ Lernformen)	Vortrag, Hausübung, selbstständige Ausführung und Auswertung von Laborversuchen, selbstständige Softwareanwendungen am PC
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	Bodenmechanik Ergänzungen Präsenzzeit: 2 SWS (28 Stunden) Selbststudium: 62 Stunden Bodenmechanisches Laborpraktikum Präsenzzeit: 2 SWS (70 Stunden) Selbststudium: 20 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Bodenmechanik Ergänzungen Bewertete Ausarbeitung der Hausübungen, Seminarvortrag inkl. mündliche Prüfung (30 min.) Bodenmechanisches Laborpraktikum Bewertete Ausarbeitung der Laborversuche; Mündliche Prüfung (30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Oliver Reul
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Oliver Reul
Medienformen	Beamer, Tafel, Laborübung, Softwareanwendung am PC
Literatur	Gudehus (1981): Bodenmechanik. Enke Verlag Kolymbas (2011): Geotechnik. 3. Auflage; Springer-Verlag Kolymbas/Herle (2009): Stoffgesetze für Böden. In: Witt (Hrsg.) Grundbau-Taschenbuch. Teil 1; 7. Auflage; Ernst & Sohn Schultze/Muhs (1967): Bodenuntersuchungen für Ingenieurbauten. 2. Auflage, Springer Verlag

	<p>Von Wolffersdorff/Schweiger (2009): Numerische Verfahren in der Geotechnik. In: Witt (Hrsg.) Grundbau-Taschenbuch. Teil 1; 7. Auflage; Ernst & Sohn</p> <p>Vrettos (2009): Bodendynamik. In: Witt (Hrsg.) Grundbau-Taschenbuch. Teil 1; 7. Auflage; Ernst & Sohn</p>
--	---

M4.6 Einführung in die Simulationsumgebung TRNSYS

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

Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Hausarbeit; Präsentation der Ergebnisse
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Dr.rer.nat. Ulrike Jordan (FB 15)
Lehrende des Moduls	Dr.rer.nat. Ulrike Jordan (FB 15)
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen, Computerübungen
Literatur	Duffie, Beckmann: „Solar Engineering of Thermal Process“, ISBN 978-0-471-69867-8 (2006)

M4.8 Experimentelle Mechanik I

Nummer/Code	
Modulname	Experimentelle Mechanik I
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Experimentelle Mechanik I – Signalanalyse im Zeit- und Frequenzbereich</p> <p>Die Studenten lernen wichtige Grundlagen der Signalanalyse, die es ihnen erlauben, die Messdaten aus einem Experiment zu analysieren, aufzubereiten und zu bewerten. Dabei werden sowohl deterministische, als auch stochastische Signale behandelt und der Einfluss von Störgrößen (in realen Messungen unvermeidlich) diskutiert. Die Kenntnisse schulen den Umgang mit Messdaten und das kritische Beurteilen, der aus den Messdaten ableitbaren Kenngrößen (Parameter). Die Behandlung von Messdaten bedingt den Einsatz von numerischen Auswertalgorithmen (z.B. FFT, Korrelation). Die Studenten vertiefen damit ihre Kenntnisse in Bezug auf den Computereinsatz bei der Signalanalyse und die Entwicklung kleiner Programme (MATLAB) zur Erstellung von Diagrammen, Kenngrößen und dem Verwalten und Ablegen von Daten.</p> <p>Experimentelle Mechanik I – Messgeber, Messgrößen und experimentelle Parameterbestimmung</p> <p>Die Studenten erlangen zunächst elementare Kenntnisse über das Messen mechanischer Größen (Kraft, Weg, Beschleunigung, Dehnung, etc.) und die experimentelle Bestimmung von Werkstoff- und Materialparametern. Sie lernen die Angaben in technischen Datenblättern zu lesen und die Übertragungsfunktionen und die Frequenzgänge der Messgeber und der gesamten Messkette für den auszuführenden Versuch zusammenzustellen. Die Aufbereitung der Messdaten mittels der Signalanalyse ermöglicht die Identifikation von Kenngrößen (Systemparametern), die dann mit der Modellanalyse verglichen werden können. Hier vertiefen die Studenten ihre Kenntnisse der Signalanalyse und lernen die Randbedingungen/Einschränkungen von praktischen Versuchen kennen. Dies schult die Beurteilung von experimentell bestimmten Parametern in Hinblick auf die Vergleichbarkeit mit analytischen/numerischen Modellergebnissen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS), Ü+ Computer- und Experimentallabor (2 SWS)
Lehrinhalte	<p>Experimentelle Mechanik I – Signalanalyse im Zeit- und Frequenzbereich</p> <p>Deterministische und stochastische Zeitreihen im Zeit und Frequenzbereich, FOURIER Transformation, Korrelation, Leistungsdichten,</p>

	<p>Schätzung des Frequenzganges, Anwendung auf Messdaten einer ausgewählten Tragkonstruktion</p> <p>Experimentelle Mechanik I – Messgeber, Messgrößen und experimentelle Parameterbestimmung</p> <p>Mechanische Messgrößen, Messkette, statisches und dynamisches Übertragungsverhalten von Messgliedern, ausgewählte Messgeber für die Messung mechanischer Größen, wie Dehnung, Weg, Beschleunigung, Kraft, Verfahren der modalen Parameteridentifikation, Bestimmung von Werkstoff- und Materialparametern, Experiment an einer realen Tragkonstruktion</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	<ul style="list-style-type: none"> • Signalanalyse im Zeit- und Frequenzbereich • Messgeber, Messgrößen und experimentelle Parameterbestimmung
(Lehr-/ Lernformen)	<p>Vorlesung mittels Tablet PC, Tafelanschrieb und Beamer, ergänzt durch E-Learning</p> <p>Numerische Übungsbeispiele, Entwicklung und Einsatz von Computerprogrammen (MATFEM,UPDATE) in MATLAB Programmierumgebung im Computerlabor des Fachgebietes</p> <p>Experiment im Experimentallabor an realen Tragkonstruktionen</p>
Verwendbarkeit des Moduls	<p>Das Modul Experimentelle Mechanik ist für den Masterstudiengang Bauingenieurwesen als Wahlpflichtfach der Vertiefungen Numerische Methoden der Tragwerksanalyse und Konstruktiver Ingenieurbau vorgesehen. Ferner können die Teilmodule Experimentelle Mechanik I und II im Ergänzungsbereich dieser Vertiefungen eingebracht werden. Weiterhin sind die Teilmodule als ingenieurwissenschaftliche Ergänzung im Bachelor Umweltingenieurwesen anrechenbar</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	gute Kenntnisse in Mathematik und Mechanik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit (inkl. Übung): 4 SWS (60 Stunden)</p> <p>Selbststudium: 120 Stunden</p>
Studienleistungen	Versuchsbericht/Hausarbeit (15–30 Seiten)

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 min.) oder mündliche Prüfung (90 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. habil. Detlef Kuhl
Lehrende des Moduls	Dr.-Ing. Matthias Weiland
Medienformen	Beamerpräsentation, Computer- und Experimentallabor, E-Learning
Literatur	<p>Bathe, K.-J.: Finite Elemente Methoden, Springer, aktuelle Auflage</p> <p>Natke, H.G.: Einführung in die Theorie und Praxis der Zeitreihen- und Modalanalyse</p> <p>Bendat J.S., Piersol A.G.: Engineering Applications of Correlation and Spectral Analysis, Wiley & Sons, aktuelle Ausgabe</p> <p>Brandt A.: Noise and Vibration Analysis, Wiley & Sons, aktuelle Ausgabe</p> <p>Krätzig W.B., Meskouris K. und Link M.: Baudynamik und Systemidentifikation. In "Der Ingenieurbau" Grundwissen, Band Baustatik / Baudynamik Hrsg. G. Mehlhorn</p> <p>Friswell M.I. , Mottershead J. E. Finite Element Model Updating in Structural Dynamics, Kluwer, aktuelle Ausgabe</p> <p>Kuhl D.: Vorlesungsskript Numerische Mechanik, Universität Kassel, aktuelle Ausgabe</p> <p>Aktuelle wissenschaftliche Veröffentlichungen, z.B.:</p> <p>Mechanical Systems & Signal Processing, Journal, Editor Braun S.G.</p> <p>Konferenzbände ISMA (International Conference on Noise and Vibration Engineering), Katholieke Universiteit Leuven, Belgien</p> <p>Konferenzbände IMAC (International Modal Analysis Conference), SEM Union College, USA</p>

M4.10 Geotechnik im Umweltingenieurwesen

Nummer/Code	
Modulname	Geotechnik im Umweltingenieurwesen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Oberflächennahe Geothermie Die Studierenden erlernen Grundkenntnisse in der Konzeption, Planung und Bemessung von geothermischen Anlagen. Ein weiteres Lernziel ist die Anwendung der grundlegenden Berechnungsverfahren.</p> <p>Umweltgeotechnik 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>Oberflächennahe Geothermie 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>Umweltgeotechnik 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	Oberflächennahe Geothermie: Vorlesungsbegleitend wird eine Hausübung ausgegeben und nach der Abgabe testiert. Umweltgeotechnik: Vorlesungsbegleitend wird eine Hausübung ausgegeben und nach der Abgabe testiert.
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Oberflächennahe Geothermie: Termingerechte Abgabe und erfolgreiche Bearbeitung der Hausübung. Umweltgeotechnik: Termingerechte Abgabe und erfolgreiche Bearbeitung der Hausübung.
Prüfungsleistung	Oberflächennahe Geothermie: Klausur (90 min) Umweltgeotechnik: 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

M4.11 GIS Erweiterungskurs

Nummer/Code	
Modulname	GIS Erweiterungskurs
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	In der Lehrveranstaltung werden grundlegende Vorgehensweisen eingeführt. Es steht viel Freiraum das individuelle ausprobieren, auch bei eigenen Fragestellungen aus Projekten etc. zur Verfügung. Kurs ist auf 18 Teilnehmer begrenzt
Lehrveranstaltungsarten	S, Ü (2 SWS)
Lehrinhalte	Geographische Informationssysteme beinhalten heute leistungsfähige Kartengestaltungswerkzeuge, 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	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 Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	GIS-Grundkurs im CAPLab 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.
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

M4.12 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"> • Regelmöglichkeiten dezentraler Erzeuger, Speicher, Elektrofahrzeuge und Lasten • Aggregation, Virtuelle Kraftwerke, Mikronetze • Smart Metering, Informations- und Kommunikationstechnik • Netzanschlussbedingungen und Systemdienstleistungen (z.B. Spannungs- und Frequenzhaltung) • Netzqualität und Netzstabilität • Netzberechnung und Simulation • – Auslegungs- und Betriebsverfahren für aktive Verteilungsnetze
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.

M4.13 Konstruktiver Verkehrswegebau

Nummer/Code	
Modulname	Konstruktiver Verkehrswegebau
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierende haben die Verfahren zur Dimensionierung von dauerhaften Verkehrswegebefestigungen und zur Qualitätssicherung im Straßenbau erlernt. Sie können empirische und rechnerische Dimensionierungsverfahren selbstständig anwenden. Durch die Bearbeitung der Hausübungen und Laborpraktika in Gruppenarbeit konnten die Studierende ihre Kommunikations- und Organisationskompetenz ausbauen.
Lehrveranstaltungsarten	VL + Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Qualitätssicherung im Verkehrswegebau</p> <p>Aufbau des Regelwerkes (Bauproduktenverordnung, DIN EN, TL, ZTV, Merkblätter), Qualitätssicherung durch Erstprüfung, Produktionskontrolle und Kontrollprüfungen, Qualitätsnachweise bei Übergabe von Bauprodukten und Befestigungen, Abnahmeprüfung, Behandlung von Mängeln, Erstellung einer Erstprüfung für Asphaltmischgut (Laborpraktikum).</p> <p>Dimensionierung von Verkehrswegebefestigungen:</p> <p>Beanspruchungen in Verkehrswegebefestigungen, Rechnerische Dimensionierung von Straßenbefestigungen unter Berücksichtigung der Baustoffeigenschaften und der Einwirkungen aus Verkehr und Wetter, Dimensionierung von Entwässerungseinrichtungen, Befestigungen des ländlichen Wegebbaus.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Dimensionierung von Verkehrswegebefestigungen (DimV) Qualitätssicherung im Verkehrswegebau (QSV)
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung, Projektlernen, Gruppenarbeit, Laborpraktikum
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	Straßenbautechnik“ (Modul „Straßenbau und -entwurf“) Gebrauchsverhalten und Rheologie von Baustoffen im Verkehrswegebau
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (41 Stunden) Selbststudium: 138 Stunden (inkl. Hausübung, Laborpraktikum, Prüfungsvorbereitung)
Studienleistungen	Hausübung „Rechnerische Dimensionierung einer Straßenbefestigung“ (ca. 40 Stunden) Laborpraktikum „Erstprüfung von Asphalt“ (ca. 20 Stunden)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6, inkl. 1 C „Kommunikationskompetenz“ und 1 C „Methodenkompetenz“
Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Konrad Mollenhauer
Lehrende des Moduls	Dr.- Ing. Konrad Mollenhauer
Medienformen	Beamer, Tafel, Laborpraktikum, Software
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

M4.14 Modellierung und Simulation: Analyse kontinuierlicher Systeme

Nummer/Code	
Modulname	Modellierung und Simulation: Analyse kontinuierlicher Systeme
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Allgemein: Die Studierenden verfügen über vertiefende Kenntnisse zur Herleitung und Analyse mathematischer Modelle zur Anwendung auf Apparate und Prozesse im Maschinenbau. Fach –/Methodenkompetenz: Die Studierenden sind in der Lage, Modelle zu erstellen, was besonders für Entwicklungsingenieure ein wichtiges Hilfsmittel zur Prognose von Prozessen ist. Einbindung in die Berufsvorbereitung : Modellbildung gehört zur Kernkompetenz eines Ingenieurs mit Masterabschluss.
Lehrveranstaltungsarten	VL (3 SWS), Ü (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 (120 min.), Simulationsaufgabe
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Olaf Wunsch (FB 15)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Olaf Wunsch, Dr. H.-J. Sommer, R. Schmoll (FB 15)
Medienformen	Folien, Übungen in Kleingruppen
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

M4.15 Numerische Mechanik I+II

Nummer/Code	
Modulname	Numerische Mechanik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Numerische Mechanik I – Lineare Finite-Elemente-Methoden</p> <p>Die Studierenden frischen ihre Kenntnisse zur linearen Mechanik drei- und zweidimensionaler Kontinua und zur Finite-Elemente-Methode für eindimensionale Kontinua und Fachwerkstrukturen auf. Sie erreichen das rudimentäre Grundwissen zur Numerischen Mechanik in einer kurzen Zusammenfassung der Bachelor Grundlagenmodule Mechanik I bis III.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage die Impulsbilanz und Neumann-Randbedingungen der dreidimensionalen Elastodynamik in das Prinzip der virtuellen Verschiebungen zu überführen sowie die Äquivalenz des Hamilton-Prinzips zu erkennen. Darauf aufbauend sind die Studierenden in der Lage ebene und räumliche lineare und hochpolynomige Lagrange-Finite-Elemente für statisch und dynamische Analysen zu entwickeln, in einem Programm zu implementieren und zu Strukturanalysen einzusetzen. Klassische Finite Elemente (Dreieck, Viereck, Tetraeder, Quader, Lagrange und Serendipity) können von den Studierenden als Sonderfall der entwickelten generalisierten p-Finite-Elemente-Methode verstanden und eingesetzt werden. Ferner verstehen die Studierenden hierarchische Legendre-Polynome und die isogeometrische Finite-Element-Methode als alternative Konzepte zur Generierung höherwertiger Ansatzfunktionen. Schließlich erreichen die Studierenden einen Kenntnisstand, der es ihnen erlaubt, ein individuelles Finite-Elemente-Programm zu entwickeln, zu verifizieren und für Strukturanalysen anzuwenden.</p> <p>Numerische Mechanik I – Lineare Strukturodynamik</p> <p>In dieser Lehrveranstaltung erwerben die Studierenden die Fähigkeiten</p> <p>Aufgabenstellungen der linearen Strukturodynamik semianalytisch und numerisch zu lösen. Mithilfe der Eigenwertanalyse, der modalen Zerlegung, analytischen Lösung der entkoppelten Bewegungsgleichungen und der modalen Superposition lösen die Studierenden zeitveränderliche Probleme der Baudynamik semianalytisch. Ebenso lernen die Studierenden die Methode der modalen Reduktion kennen und anwenden. Weiterhin sind die Studierenden mit verschiedenen Verfahren der numerischen Zeitintegration vertraut. Sie sind in der Lage ihr individuelles Finite-Elemente-Programm zur Analyse dynamisch beanspruchter Tragwerke zu erweitern, zu verifizieren und anzuwenden.</p> <p>Numerische Mechanik II – Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden</p>

	<p>Auf Basis des Verständnisses der grundsätzlichen Beschreibung materiell und geometrisch nichtlinearer Elastomechanik sind die Studierenden fähig, die Finite-Elemente-Diskretisierung auf die nichtlineare Betrachtungsweise zu erweitern, die resultierenden FE-Gleichungen zu linearisieren und in das individuelle FE-Programm zu implementieren. Zur geometrisch nichtlinearen Berechnung und Stabilitätsanalyse von Strukturen verstehen die Studierenden iterative Lösungsverfahren, bei Last-, Verschiebungs- und Bogenlängenkontrolle sowie erweiterte Systeme zur Ermittlung kritischer Lastzustände. Die entsprechenden Algorithmen können von den Studierenden in das bestehende Finite-Elemente-Programm implementiert, dort getestet und zu nichtlinearen Strukturberechnungen angewendet werden.</p> <p>Numerische Mechanik II – Nichtlineare Strukturdynamik</p> <p>In dieser Lehrveranstaltung erlangen die Studierenden das notwendige Wissen, wie auch im Fall einer geometrisch nichtlinearen Betrachtung eine numerisch stabile und geeignet numerisch dissipative zeitliche Integration der Strukturdynamik realisierbar ist. Insbesondere kennen die Studierenden die numerische Instabilität klassischer Integrationsverfahren und wissen, wie diese Verfahren zu energieerhaltenden oder –dissipierenden Algorithmen modifiziert werden. Zusätzlich verstehen sie die auf natürliche Weise numerisch stabilen Algorithmen der Galerkin-Klasse. Als Krönung des Moduls Numerische Mechanik sind die Studierenden in der Lage die nichtlineare Dynamik in ihrem individuellen Finite-Elemente-Programm umzusetzen. Die Studierenden können dieses Programm zur realitätsnahen Simulation seismisch erregter Tragwerke und zur dynamischen Simulation des Stabilitätsversagens von realen Tragwerken einsetzen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	Numerische Mechanik I: VL (2 SWS), Ü+ Computerlabor (2 SWS) Numerische Mechanik II: VL (2 SWS), Ü+ Computerlabor (2 SWS)
Lehrinhalte	<p>Numerische Mechanik I – Lineare Finite-Elemente-Methoden</p> <p>Finite-Elemente-Methoden zur räumlichen Diskretisierung der linearen Elastodynamik: Eindimensionale, ebene und räumliche Ansatzfunktionen beliebigen Polynomgrads, eindimensionale, ebene und räumliche p-Kontinuumselemente, Dreiecks- und Viereckselemente, Tetraeder- und Quaderelemente, Lagrange- und Serendipity-Elemente, isogeometrische Finite-Elemente-Methode, hierarchische Generierung hochpolynomiger Legendre-Ansatzfunktionen, Ermittlung von Elementsteigkeits- und –massenmatrizen sowie Elementlastvektoren, Ensemblierung, Lösung statischer FEM-Gleichungen mit homogenen und inhomogenen Verschiebungsrandbedingungen und Nachlaufrechnung, Fehlerschätzer und räumliche Adaptivität, Programmentwicklung, –verifikation und Strukturanalysen.</p>

	<p>Numerische Mechanik I – Lineare Strukturodynamik</p> <p>Lösung der linearen Systembewegungsgleichung im Frequenz- und Zeitbereich: Eigenwertanalyse, Modaltransformation und -reduktion, analytische Lösung der entkoppelten Bewegungsgleichungen, modale Superposition, Zeitintegrationsverfahren der Newmark- und Galerkin-Klasse bei Last- und Verschiebungsanregung, spektrale Analyse numerischer Eigenschaften insbesondere Stabilität und Dissipation, Entwicklung von Fehlerindikatoren und adaptiven Zeitschrittweitensteuerungen, Programmentwicklung, -verifikation und strukturdynamische Analysen.</p> <p>Numerische Mechanik II – Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden</p> <p>Finite-Elemente-Methoden zur räumlichen Diskretisierung der nichtlinearen Elastodynamik: Grundlagen der geometrisch und materiell nichtlinearen Kontinuumsmechanik, geometrisch nichtlineare Kontinuumsmechanik für Fachwerkstäbe, konsistente Linearisierung, nichtlineare 1d- und Fachwerkselemente, nichtlineare Kontinuumsselemente, last-, verschiebungs- und bogenlängenkontrollierte Newton-Iterationsverfahren einschließlich Konvergenzkriterien, Stabilitätsdefinition und Ermittlung kritischer Belastungszustände mithilfe von Pfadverfolgung und erweiterten Systemen, Programmentwicklung, -verifikation, Fehlerschätzer und räumliche Adaption, nichtlineare Strukturanalysen und Ermittlung von Durchschlags- und Verzweigungspunkten.</p> <p>Numerische Mechanik II – Nichtlineare Strukturodynamik</p> <p>Numerische Lösung der nichtlinearen Systembewegungsgleichung im Zeitbereich: Zeitintegrationsverfahren der Newmark-Klasse, numerische Stabilität, energieerhaltende oder -dissipierende Algorithmen der Newmark-Simo-Klasse, diskontinuierliche und kontinuierliche Galerkin-Methoden höherer Genauigkeit, Fehlerschätzer und -indikatoren sowie zeitliche Adaptivität, Programmentwicklung, -verifikation und nichtlineare strukturdynamische Analysen</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	<p>Numerische Mechanik I</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lineare Finite-Elemente-Methoden - Lineare Strukturodynamik <p>Numerische Mechanik II</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden - Nichtlineare Strukturodynamik
(Lehr- / Lernformen)	Vorlesung, Vortragsübungen und Computerlabor. Ergänzt durch E-Learning

Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Numerische Mechanik I: jedes Wintersemester Numerische Mechanik II: jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	gute Kenntnisse in Mathematik und Mechanik Numerische Mechanik II: erfolgreicher Abschluss der Lehrveranstaltung Numerische Mechanik I eine nachdrücklich empfohlene Voraussetzung
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Numerische Mechanik I Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: verbleibende Stunden Selbststudium mit Unterstützung von E-Learning Numerische Mechanik II Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: verbleibende Stunden Selbststudium mit Unterstützung von E-Learning
Studienleistungen	Numerische Mechanik I: Hausarbeit zur FEM-Entwicklung und Anwendung im Computerlabor Numerische Mechanik II: Hausarbeit zur FEM-Entwicklung und Anwendung im Computerlabor
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Numerische Mechanik I: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.) Numerische Mechanik II: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	12
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. habil. Detlef Kuhl
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. habil. Detlef Kuhl
Medienformen	Beamerpräsentation, Computerlabor, E-Learning
Literatur	Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. Springer Verlag, Berlin 2002 Hughes, T.J.R: The Finite Element Method. Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis. Dover Publications, New York 2000

	<p>Cottrell, J.A., Hughes, T.J.R., Bazilevs, Y: Isogeometric Analysis. Toward Integration of CAD and FEA, John Wiley & Sons, Chichester 2009</p> <p>Zienkiewicz O.J., Taylor, R.L.: The Finite Element Method. Volumes 1 and 2. Butterworth–Heinemann, Oxford 2005</p> <p>Structural Mechanics (Volume 2). Butterworth–Heinemann, Oxford 2005</p> <p>Wriggers, P.: Nichtlineare Finite–Element–Methoden. Springer Verlag,</p> <p>de Borst, R., Crisfield, M.A., Remmers, J.J.C., Verhoosel, C.V.: Non–Linear Finite–Element Analysis of Solids and Structures. John Wiley & Sons, Chichester 2012</p> <p>Belytschko, T. , Liu, W.K., Moran: Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, John Wiley & Sons, Chichester 2000</p> <p>Har, J., Tamma, K.K.: Advances in Computational Dynamics of Particles, Materials and Structures, John Wiley & Sons, New York 2012</p> <p>Kuhl, D.: Vorlesungsmanuskripte, Vorlesungspräsentationen, Übungs– und Computerlabordokumente sowie E–Learning–Module zu Numerische Mechanik I und II.</p>
--	--

M4.16 Operations Research und Simulation BO4

Nummer/Code	
Modulname	Operations Research und Simulation (BO4)
Art des Moduls	Ergänzungsmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Das Modul „Operations Research und Simulation“ (BO 4) hat zum Ziel, die Grundlagen und Methoden des Operations Research und der Simulation kennen zu lernen und behandelt Anwendungsbeispiele der verschiedenen Methoden aus dem Bauwesen. Dabei werden zahlreiche Einsatzmöglichkeiten aufgezeigt zur Optimierung der Kosten und/oder der Bauzeiten.</p> <p>Bei der Simulation werden die Diskrete Ereignisorientierte Modellierung und die Agentenbasierte Modellierung verwendet, um das untersuchte reale System bzw. seine Verhaltensweise durch ein abstraktes Modell zu beschreiben. Die Studierenden lernen dabei verschiedene Simulationsmodelle zu erstellen und selbstständig Szenarien mit sehr unterschiedlichen Bedingungen, schneller und kostengünstiger, als das in einem physischen System möglich wäre, zu untersuchen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Operations Research und Simulation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Optimierung • Einführung in die verschiedenen Methoden des Operations Research • Lösungsalgorithmen: <ul style="list-style-type: none"> - Infinitesimalrechnung - Entscheidungsbaumverfahren - Lineare Optimierung, - Nichtlineare Optimierung, - Heuristische Methoden • Beispiele aus der Bauwirtschaft • Grundlagen der Simulation • Phasen einer Simulationsstudie: <ul style="list-style-type: none"> - Systemanalyse - Modellerstellung - Zeitermittlung und statistische Auswertung - Verifikation und Validierung - Experimente und Auswertung • Warteschlangenmodelle • Diskrete Ereignisorientierte Simulation • Agentenbasierte Simulation • Fallbeispiele
Titel der Lehrveranstaltungen	Operations Research (BO4a) Simulation (BO 4b)
(Lehr- / Lernformen)	Vorlesung mit vorlesungsbegleitenden Übungen sowie eigenständige Hausübungen, Vorlesungspräsentation Power-Point mit Beamer, Tafelanschrieb als Vorlesung.

Verwendbarkeit des Moduls	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	BBW 1 und 2, BO 1 und 2, Grundkenntnisse im Baubetrieb, in der Bauwirtschaft und in der Bauinformatik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>Operations Research Präsenzzeit: 2 SWS (14 Wochen, 28 Stunden) Selbststudium: 62 Stunden, davon 20 Stunden Vor- und Nachbereitung der Vorlesungen, 20 Stunden Erstellung von Hausübungen, 22 Stunden Vorbereitung und Teilnahme an der Klausur</p> <p>Simulation Präsenzzeit: 2 SWS (14 Wochen, 28 Stunden) Selbststudium: 62 Stunden, davon 14 Stunden Vor- und Nachbereitung der Vorlesungen, 28 Stunden Erstellung von Hausübungen, 20 Stunden Vorbereitung und Teilnahme an der Klausur</p>
Studienleistungen	<p>Simulation: Hausübung (15–30 Seiten) und Ausarbeitung mit anschließender mündlicher Prüfung (15–30 min.)</p> <p>Eventuell erforderliche Studienleistungen (Hausübungen) werden vor Beginn der Lehrveranstaltung vom Lehrenden festgelegt.</p>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	<p>Operations Research: Klausur (120 min.)</p> <p>Beide Teilmodule können getrennt bewertet werden. Die Gesamtnote des Moduls ergibt sich aus der Klausur im Teilmodul Operations Research.</p> <p>Die Teilmodule können auch einzeln belegt werden mit je 3 Credits.</p>
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Volkhard Franz

Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Volkhard Franz, Dr.-Ing. Schopbach, wissenschaftliche Mitarbeiter aus dem FG Bauorganisation und Bauverfahren und Bauinformatik
Medienformen	Power-Point-Präsentation, teilweise mit Filmsequenzen, Tafelanschrieb, Overhead-Projektion, eigenständig zu bearbeitende Übungsaufgaben, zum Teil an Computerprogrammen, Moodle-Kurs Skript
Literatur	Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

M4.17 Rheologie und Gebrauchsverhalten von Straßenbaustoffen

Nummer/Code	
Modulname	Rheologie und Gebrauchsverhalten von Straßenbaustoffen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierende haben die grundlegende Kenntnisse über die Rheologie erlernt und beherrschen Stoffgesetze zur Beschreibung des Spannungs-/Verformungsverhalten von viskoelastischen Baustoffen. Die benötigten Modellparameter könne Sie aus Ergebnissen von Laborprüfungen identifizieren und in die Stoffmodelle implementieren. Sie haben die Möglichkeiten zur Beeinflussung der Materialeigenschaften durch den Einsatz verschiedener Baustoffkomponenten, Additiven, Veränderungen der Baustoffherstellung, des Einbaus und der Verdichtung kennen gelernt und im Laborpraktikum vertieft. Durch die Bearbeitung der Haus-/Laborübung in Gruppenarbeit konnten die Studierende ihre Kommunikations- und Methodenkompetenz ausbauen.
Lehrveranstaltungsarten	VL + Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Performance-Eigenschaften von Straßenbaustoffen (Steifigkeit, Rissresistenz/Festigkeit, Verformungsverhalten, Ermüdungswiderstand, Haftverhalten, Dauerhaftigkeit, Oberflächeneigenschaften), • Rheologie (Grundelemente, Viskoelastizität, einfache Modellbildung zur Analyse der Verformungseigenschaften von Straßenbaustoffen), • Einfluss der Baustoffkomponenten und der Baustoffzusammensetzung auf das mechanische Verhalten von Asphalt, • Tragfähigkeit von Konstruktionsschichten im Verkehrswegebau, • Bauen auf wenig tragfähigem Untergrund, • Ansprache des Gebrauchsverhaltens von Asphalt im Labor.
Titel der Lehrveranstaltungen	Rheologie und Gebrauchsverhalten von Straßenbaustoffen (RGS)
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung, Projektlernen, Gruppenarbeit, Laborpraktikum
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	VL „Straßenbautechnik“ (Modul „Straßenbau und -entwurf“) – B.Sc
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	– Kontaktstudium 41 h – Selbststudium: 138 h (inkl. Hausübung, Laborpraktikum, Prüfungsvorbereitung)
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Haus-/Laborübung „Nachweise der Wirkung von Asphaltmodifikationen durch Laborprüfungen und Stoffmodelle“: Seminarvortrag + mündl. Prüfungskolloquium (ca. 45 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6, inkl. 1 C „Kommunikationskompetenz“ und 1 C „Methodenkompetenz“
Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Konrad Mollenhauer
Lehrende des Moduls	Dr.-Ing. Konrad Mollenhauer
Medienformen	Beamer, Tafel, Laborpraktikum, Software
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

M4.18 Simulation und Steuerung von Produktions- und Energiesystemen

Nummer/Code	
Modulname	Simulation und Steuerung von Produktions- und Energiesystemen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>In diesem Modul wird den Studierenden die grundsätzliche Methodik der Simulations- und Steuerungstechniken für Produktions- und Energiesysteme vermittelt. Zudem erhalten Sie einen Einblick in den Aufbau und den Einsatz einiger typischer Softwareinstrumente. Die Modellbildung und Analyse wird ihnen anhand einfacher praktischer Problemstellungen und verschiedener Lösungen verständlich gemacht. Darüber hinaus findet eine eigenständige Bearbeitung von kleinen Projektaufgaben statt.</p> <p>Die Studierenden sind nach Absolvierung der Lehrveranstaltung in der Lage einfache Modelle von Produktions- und Energiesystemen mit den jeweiligen Softwaresystemen zu modellieren, diese daraufhin zu verifizieren und erste Optimierungen durchzuführen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (2 SWS)
Lehrinhalte	<p>Grundlagen ereignisdiskreter Simulationsmethoden Grundlagen kontinuierliche Simulation Automatisierungstechnik und Steuerungssysteme (Hard-/ Software) Grundlagen Regelungstechnik Einführungen in die verwendeten Softwaresysteme (z.B. TRNSYS, SIMFLEX/3D, LabView) Übungen zu den einzelnen Themenbereichen Bearbeitung einer Projektaufgabe</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Simulation und Steuerung von Produktions- und Energiesystemen
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS
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	Informationstechnik, Produktionstechnik, Thermodynamik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	

Studentischer Arbeitsaufwand	60 Stunden Präsenzzeit, 120 Stunden Selbststudium, 4 SWS
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Bearbeitung und Präsentation einer Projektaufgabe (ca. 20 h)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Dipl.-Ing. M. Junge (FB 15)
Lehrende des Moduls	Dipl.-Ing. M. Junge (FB 15)
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen
Literatur	Banks J (1998) Principles of simulation. In: Banks J (Hrsg) Handbook of simulation. John Wiley, New York, M.Junge; Simulationsgestützte Entwicklung und Optimierung einer energieeffizienten Produktionssteuerung; kassel university press, ISBN: 978-3-89958-301-9, 2007, (Produktion & Energie 1), Zugl.: Kassel, Univ., Diss. 2007 M. Rabe, S. Spieckermann, S. Wenzel, M. Junge, T. Schmuck; Verifikation und Validierung für die Simulation in Produktion und Logistik; Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 2008.

M4.19 Sondergebiete der Bauphysik und der TGA in der Architektur – Planungsinstrumente

Nummer/Code	
Modulname	Sondergebiete der Bauphysik und der TGA in der Architektur – Planungsinstrumente
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Kenntnisse zu Einzelgebieten der Bauphysik und der technischen Gebäudeausrüstung in ihrer Wechselbeziehung zur architektonischen Anwendung und Gestalt. Fähigkeit die Möglichkeiten, Vorzüge und Grenzen der einschlägigen Planungsinstrumente einzuschätzen.
Lehrveranstaltungsarten	S (4 SWS)
Lehrinhalte	Wechselnde thematisch Ausrichtung bezüglich folgender Bereiche: Behaglichkeit, Licht, spezifische Baukonstruktionen, spezifische Anlagentechnik und ‚energieeffizientes Bauen‘, verständnisfördernde Vermittlung der o. g. Themen, Anwendung konkreter Planungsinstrumente, Diskussion der Berechnungsergebnisse und daraus resultierende praktische Konsequenzen
Titel der Lehrveranstaltungen	Sondergebiete der Bauphysik und der TGA in der Architektur – Planungsinstrumente
(Lehr-/ Lernformen)	Seminar, kombiniert mit eigenen Recherchen und Selbstlern- und -übungselementen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Architektur 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	LV „Grundlagen Bauphysik“ und „Grundlagen TGA“ oder Rationelle Energienutzung in Gebäuden – Grundlagen Bauphysik und TGA (Bachelor)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	Neben der Vorlesung erfolgt abschließend die praktische Bearbeitung von Übungsaufgaben.
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	

Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung (15–30 min.) oder schriftliche Prüfung (90–180 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Anton Maas (FB 6)
Lehrende des Moduls	Dipl.-Ing. Swen Klauß, Dipl.-Ing. Marc Klatecki, M. Sc. Niklas Alsen (FB 6)
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen; Vortrag; Arbeit an Rechnern des CAD-Lab
Literatur	Vorlesungsunterlagen und Übungsmaterialien können auf der zentralen eLearning-Plattform der Hochschule (Moodle) nach Anmeldung heruntergeladen werden. Der Zugangsschlüssel wird in der Vorlesung bekanntgegeben oder kann bei Swen Klauß (klauss@uni-kassel.de) erfragt werden.

M4.20 Strömungsmesstechnik

Nummer/Code	
Modulname	Strömungsmesstechnik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Allgemein: Vermittlung von theoretischen und praktischen Kenntnissen zur Messung von Strömungsgrößen Fach-/ Methodenkompetenz: Durch die LV erlangen die Studierenden die Fähigkeit Strömungsgrößen in der Praxis messtechnisch zu erfassen Berufsvorbereitung: Messtechnische Kenntnisse für Strömungsprozesse sind für einen praktisch tätigen Maschinenbauer in vielen Arbeitsgebieten vorteilhaft
Lehrveranstaltungsarten	VL (3 SWS) Ü (1 SWS)
Lehrinhalte	Grundlagen der Strömungsmesstechnik Mechanische Strömungs- und Durchflussmessung (Drucksonden, Drosselgeräte, Massenstrommesser, Schwebekörper) Thermische Strömungsmessung (Grundlagen, Messsonden, Messschaltungen, Zeitverhalten) Optische Messmethoden (PIV, LDA) Strömungsvisualisierung (Lichtschnittverfahren, Farbmethode, Schlierentechnik)
Titel der Lehrveranstaltungen	Strömungsmesstechnik
(Lehr-/ Lernformen)	LV+P, Ü, Laborbesichtigung, EX 4 SWS
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	Präsenzzeit: 2 SWS VL (30 Stunden), 2 SWS Übung (30 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden

Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Mündliche (45 min.) oder schriftliche Prüfung (120 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Olaf Wunsch (FB 15)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Olaf Wunsch (FB 15)
Medienformen	Folien, Übungen, praktischen Anteil im Labor
Literatur	Allgemein: Eckelmann, Helmut: Einführung in die Strömungsmesstechnik. Teubner-Verlag, Stuttgart, 1997 Fiedler, Otto: Strömungs- und Durchflussmesstechnik. R. Oldenbourg Verlag, München, 1992 Nitsche, Wolfgang: Strömungsmesstechnik. Springer-Verlag, Berlin, 1994 Bohl, W.: Technische Strömungslehre. Vogel-Verlag, Würzburg, 2002 Spezial: Bruun, H.H.: Hot-Wire Anemometry. Principles and Signal Analysis. Oxford Science Publications, 1995 Raffel, M.; Willert, C.; Kompenhans, J.: Particle image Velocimetry. Springer-Verlag, Berlin, 1998

M4.21 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.

M5 Mathematisch– naturwissenschaftliche Vertiefung

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

- Numerische Mathematik für Ingenieure (6 C)
- Stochastik für Ingenieure (6)

M5.1 Numerische Mathematik für Ingenieure

Nummer/Code	
Modulname	Numerische Mathematik für Ingenieure
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden sind in der Lage, die mathematische Fachsprache angemessen zu verwenden. Die Studierenden verfügen über ein sachgerechtes, flexibles und kritisches Umgehen mit grundlegenden mathematischen Begriffen, Sätzen, Verfahren und Algorithmen zur Lösung mathematischer Probleme. Die Studierenden können Inhalte aus verschiedenen mathematischen Themenbereichen sinnvoll verknüpfen.
Lehrveranstaltungsarten	VL (3 SWS), Ü (1 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • iterative und direkte Verfahren zur Lösung linearer Gleichungssysteme • Interpolation • numerische Integration • numerische Methoden für Differentialgleichungen
Titel der Lehrveranstaltungen	Numerische Mathematik für Ingenieure
(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 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 Stochastik für Ingenieure

Nummer/Code	
Modulname	Stochastik für Ingenieure
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<ul style="list-style-type: none"> - Erlernen elementarer Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik - Übersetzen von Anwendungsproblemen in mathematische Sprache und Entwicklung von begrifflicher Sorgfalt - Darstellung von Daten mittels Diagrammen und Kerngrößen - Durchführung statistischer Tests und Befähigung zu kritischem Verständnis statistischer Aussagen - Erlernen einer Statistik-Software
Lehrveranstaltungsarten	VL/ Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse in R und die Erzeugung von Zufallszahlen in R • Wahrscheinlichkeitsraum, Zufallsvariable, Verteilungsfunktion • Diskrete und stetige Verteilungen • bedingte Wahrscheinlichkeiten, stochastische Unabhängigkeit • Markovketten • Erwartungswert, Varianz, Quantile • Kovarianz, Regression • Punktschätzungen • Erwartungstreue, Konsistenz, Maximum-Likelihood-Schätzungen • Tests bei Normalverteilung • nichtparametrische Tests • Konfidenzintervalle
Titel der Lehrveranstaltungen	Höhere Mathematik IV: Stochastik für Ingenieure
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung und Übung
Verwendbarkeit des Moduls	Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen Masterstudiengang Umweltingenieurwesen (PO2014)
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Mathematik I und II

Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS Vorlesung (30 Stunden) 2 SWS Übung (30 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	Hausarbeiten (120 Stunden)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 – 120 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Felix Lindner (FB 10)
Lehrende des Moduls	alle Dozenten des Fachbereiches Mathematik, Mitarbeiter des Fachbereichs 14
Medienformen	Tafel und Beamer, Übungen am Computer
Literatur	Skript zur Vorlesung. Cramer, E. und Kamps, U. (2008). Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik. Springer, Berlin. Dalgaard, P. (2002). Introductory Statistics with R. Springer, Berlin. Krengel, U. (2000). Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Vieweg, Braunschweig. DIALEKT-Projekt (2002). Statistik interaktiv. Deskriptive Statistik. Springer, Berlin. Moeschlin, O. (2003). Experimental Stochastics. Springer, Berlin. Sachs, L., Hedderich, J. (2006). Angewandte Statistik. Methodensammlung mit R. Springer, Berlin. R. Schlittgen (2005). Das Statistiklabor. Einführung und Benutzerhandbuch. Springer, Berlin. Verzani, J. (2004). Using R for Introductory Statistics. Chapman & Hall /CRC, London

M6 Schlüsselqualifikation Umweltrecht

Die Schlüsselqualifikationen dienen der Integration ausgewählter interdisziplinärer Elemente innerhalb des Masterstudiengangs Umweltingenieurwesen und gewährleisten den additiven Erwerb von Schlüsselqualifikationen. Zur Ergänzung der gewählten Schwerpunkte A und B innerhalb des Masterstudiums sind Module im Umfang von 6 Credits zu wählen.

Folgende Module können gewählt werden:

- Arbeitssicherheit im Baubetrieb (Teilmodul AS1)
- Europäisches und internationales Umweltrecht (3 C)
- Privates Baurecht (3 C)

Zur Ergänzung der Schwerpunkte werden insbesondere folgende Empfehlungen gegeben:

Schwerpunkt **Abfall- und Ressourcenwirtschaft**:

- Bodenschutzrecht (3 C)
- Immissionsschutzrecht (3 C)
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht (3 C)

Schwerpunkt **Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen**:

- Energierecht (3 C)
- Europäisches und deutsches Gewässerschutzrecht (3 C)
- Immissionsschutzrecht (3 C)

Schwerpunkt **Wasserwirtschaft/Wasserbau** :

- siehe Schwerpunktempfehlung Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen

Schwerpunkt **Umwelt und Verkehr**:

- Bauplanungs- und Bauordnungsrecht (3 C)
- Fachplanungsrecht (3 C)
- Immissionsschutzrecht (3 C)
- Recht im Verkehrswesen (3 C)

Schwerpunkt **Regenerative Energien – Thermische Verfahren**:

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

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

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

M6.1 Arbeitssicherheit im Baubetrieb (AS1)

Nummer/Code	E Bau 2
Modulname	Arbeitssicherheit im Baubetrieb
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Das Teilmodul 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 Gefährdungs-faktoren 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.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (2 SWS)
Lehrinhalte	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. Darstellung spezifischer Gefährdungen für: - Tiefbaumaßnahmen: Hier insbesondere unter Berücksichtigung der DIN 4124 sowie DIN EN 1610. - Hochbaumaßnahmen: Hier insbesondere unter Berücksichtigung der DIN 4420, DIN EN 12810 sowie DIN EN 12811. - Gefährdungen durch Gefahrstoffe: Hier insbesondere unter Berücksichtigung der TRGS 519 - Gefährdungen durch Maschinen des Hoch- und Tiefbaus unter Berücksichtigung der DIN EN 479, Teil 1 - 12 sowie der DIN EN 500, Teil 1 - 10
Titel der Lehrveranstaltungen	Arbeitssicherheit 1 (AS 1)
Lehr-/Lernformen	Vorlesung mit vorlesungsbegleitenden Übungen, Vorlesung mit Beamer
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	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 min.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Peter Racky
Lehrende des Moduls	Dipl.-Ing. Micha Drebes
Medienformen	Power-Point-Präsentation, teilweise mit Filmsequenzen Tafelanschrieb, Overhead-Projektion, Übungen Moodle-Kurs Skript
Literatur	Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben

M6.2 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	Das Bauplanungsrecht beschäftigt sich mit den Verfahren und Inhalten der gemeindlichen Bauleitplanung sowie mit der Zulässigkeit von Bauvorhaben. Das Bauordnungsrecht enthält die Anforderungen an bauliche Anlagen, einzuhaltende Abstände, Verantwortlichkeiten, das Baugenehmigungsverfahren und Sicherheitsvorschriften. Ziel der Veranstaltung ist das Kennenlernen von Denkweisen, Strukturen und Instrumenten des Bauplanungs- und Bauordnungsrechts. Die Veranstaltung soll einen Überblick über alle wichtigen Bereiche und Regelungen des Rechtsgebietes geben. Inhalte der Vorlesung sind die verfassungsrechtliche Verankerung der gemeindlichen Bauleitplanung, die formellen und materiellen Anforderungen an die Aufstellung von Flächennutzungs- und Bebauungsplänen, die Sicherung gemeindlicher Planungen, das Abwägungsgebot und die Beachtlichkeit von Verfahrensfehlern, die Pflicht zur Anpassung an die Ziele der Raumordnung, die bauplanungsrechtliche Zulässigkeit von Vorhaben im beplanten Gebiet, im unbeplanten Innenbereich und im Außenbereich, Nachbarschutz, das Baugenehmigungsverfahren und 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 min.) oder Referat (20 min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 15 Seiten) oder mündliche Prüfung (30 min.) oder Hausarbeit. Bei entsprechender Ankündigung durch den Dozenten zu Beginn des Semesters können bis zu 40 % der abschließenden Prüfung in vorgezogenen lehrveranstaltungsbegleitenden Leistungen (Kurztest, Koreferat, Vortragszusammenfassung, Protokolle, Hausaufgaben 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.-Ing. Dr. iur. Andreas Mengel (FB 7)
Medienformen	Powerpoint, Moodle, intensive Arbeit mit Gesetzestexten
Literatur	Stollmann, Öffentliches Baurecht. Finkelburg/Ortloff/Kment, Öffentliches Baurecht, Band I: Bauplanungsrecht. Koch/Hendler, Baurecht, Raumordnungs- und Landesplanungsrecht. Hoppe/Bönker/Grotefels, Öffentliches Baurecht.

M6.3 Bodenschutzrecht

Nummer/Code	
Modulname	Bodenschutzrecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der wichtigsten geltenden Vorschriften • Kenntnis der Ziele und Instrumente des Bodenschutzes • Kenntnis der Anforderungen an den Bodenschutz • Fähigkeit zur Abgrenzung des Bodenschutzrechts von <ul style="list-style-type: none"> • speziellem Umweltrecht • Kenntnis des systematischen Zusammenspiels rechtlicher • Vorgaben auf unterschiedlichen Stufen • Fähigkeit zur Lösung von Fällen
Lehrveranstaltungsarten	VL, S (2 SWS)
Lehrinhalte	Bodenschutz- und Altlastenrecht, Bundes-Bodenschutzgesetz, Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung, Landesrecht, Abgrenzung zu speziellem Umweltrecht, insb. Wasserrecht, vorsorgender Bodenschutz, Gefahrenabwehr, Altlasten und Bodensanierung, europäisches Bodenschutzrecht, Bodenmonitoring
Titel der Lehrveranstaltungen	Bodenschutzrecht
(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 (max. 60 min.), Referat (20 min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 15 Seiten) Bei entsprechender Ankündigung durch den Dozenten zu Beginn des Semesters können bis zu 40 % der abschließenden Prüfung in vorgezogenen Lehrveranstaltungsbegleitenden Leistungen (Kurztest, Koreferat, Vortragszusammenfassung, 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	apl. Prof. Dr. Dr. Joachim Sanden (FB 7)
Lehrende des Moduls	apl. Prof. Dr. Dr. Joachim Sanden (FB 7)
Medienformen	Powerpoint
Literatur	Kloepfer, Umweltrecht, aktuelle Auflage. Kloepfer, Umweltschutzrecht, aktuelle Auflage.

M6.4 Energierecht

Nummer/Code	
Modulname	Energierecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<ul style="list-style-type: none"> - Kenntnis der wichtigsten geltenden Vorschriften - Kenntnis des systematischen Zusammenspiels rechtlicher Vorgaben auf unterschiedlichen Stufen - Verständnis der ökologischen, politischen wirtschaftlichen und technischen Grundlagen der rechtlichen Regelungen
Lehrveranstaltungsarten	VL, S (2 SWS)
Lehrinhalte	Europäisches und deutsches (öffentliches) Energiewirtschaftsrecht, Energiewirtschaftsgesetz, Regulierung des Energiemarktes (Entflechtungsbestrebungen, Unbundling, Fusionskontrolle, Preiskontrolle), Treibhausgasemissionshandel, Atomrecht, Genehmigungsfragen bei Energieanlagen, Energieeffizienzregelungen, Recht der erneuerbaren Energien, Grundsätze der Förderung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz, Planungs- und Zulässigkeitsfragen bezogen auf die einzelnen Energieträger Biomasse, Wind, Sonne, Wasser und Geothermie
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 (max. 60 min.), Referat (20 min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 15 Seiten)

	Bei entsprechender Ankündigung durch den Dozenten zu Beginn des Semesters können bis zu 40 % der abschließenden Prüfung in vorgezogenen Lehrveranstaltungsbegleitenden Leistungen (Kurztest, Koreferat, Vortragszusammenfassung, 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	Univ.-Prof. Dr. Alexander Roßnagel (FB 7)
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"> • Kenntnis der wichtigsten geltenden Vorschriften • Kenntnis des systematischen Zusammenspiels rechtlicher Vorgaben auf unterschiedlichen Stufen • Verständnis der ökologischen, politischen wirtschaftlichen und technischen Grundlagen der rechtlichen Regelungen • Fähigkeit zur Lösung von Fällen
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, Vortragszusammenfassung, 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, Umweltvölkerrecht, 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 Europäisches und deutsches Gewässerschutzrecht

Nummer/Code	
Modulname	Europäisches und deutsches Gewässerschutzrecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Kenntnisse in folgenden Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • –Systematik des Wasserrechts (EU-, Bundes-, Landesebene); • Bewirtschaftungsgrundsätze- und Ziele; • Instrumentarien der Gewässerbewirtschaftung; • besondere Schutzanforderungen an spezielle Gewässer; • umweltökonomische Anforderungen des EU-Rechts an Wasserdienstleistungen.
Lehrveranstaltungsarten	VL, S (2 SWS)
Lehrinhalte	Institute des Wasserrechts; bundesrechtliche Normen, insbes. Wasserhaushaltsgesetz (WHG); EU-rechtlicher Rahmen, insbes. EU-Wasserrahmenrichtlinie; Bewirtschaftungsgrundsätze und Instrumentarien; Grund- und Oberflächengewässerschutz; Wasserdienstleistungen (Trinkwasserversorgung; Abwasserbeseitigung).
Titel der Lehrveranstaltungen	Europäisches und deutsches 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 min.) oder Vortrag (20 min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 15 Seiten)
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; Czychowski/Reinhardt, Wasserhaushaltsgesetz, Kommentar (jew. aktuelle Auflage).

M6.6 Europäisches und internationales Umweltrecht

Nummer/Code	
Modulname	Europäisches und internationales Umweltrecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<ul style="list-style-type: none"> - Kenntnis der wichtigsten geltenden Vorschriften - Kenntnis des systematischen Zusammenspiels rechtlicher Vorgaben auf unterschiedlichen Stufen - Verständnis der ökologischen, politischen wirtschaftlichen und technischen Grundlagen der rechtlichen Regelungen - Fähigkeit zur Lösung von Fällen
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 (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, Vortragszusammenfassung, 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	Univ.-Prof. Dr. Alexander Roßnagel, Prof. Dr. Lothar Fischer (FB 7)
Medienformen	Powerpoint-Präsentation, Tafel
Literatur	Beyerlin, Umweltvölkerrecht, aktuelle Auflage. Epiney, Umweltrecht in der europäischen Union, aktuelle Auflage. Jans/Vedder, European Environmental Law, aktuelle Auflage. Bell/Mc Gillivray, Environmental Law, aktuelle Auflage.

M6.7 Fachplanungsrecht

Nummer/Code	
Modulname	Fachplanungsrecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden kennen die wesentlichen Instrumente des jeweils spezifischen Fachplanungsrechts sowie die geltenden wichtigsten Rechtsvorschriften und können diese anwenden. Sie entwickeln Verständnis für die Zusammenhänge des Rechtsgebietes, können fachplanungsrechtliche 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	<p>Projekte von zumeist herausgehobener Bedeutung werden auf Grund spezialgesetzlicher Regelungen in Fachplanungsgesetzen zugelassen. Es handelt sich etwa um Fernstraßen, Eisenbahntrassen, Flughäfen, Energieleitungen, Steinkohlenbergbau oder Braunkohlentagebau, Wasserwegeprojekte wie Flussvertiefungen oder Sperrwerksbauten, Deponien und Abfallverbrennungsanlagen.</p> <p>Ziel der Veranstaltung ist das Kennenlernen von Denkweisen, Strukturen und Instrumenten des (spezifischen) Fachplanungsrechts. Die Veranstaltung soll einen Überblick über alle wichtigen Bereiche und Regelungen des Rechtsgebietes geben. Inhalte der Vorlesung sind das Recht der Planung und Zulassung von überörtlich bedeutsamen Infrastrukturvorhaben, die übergreifenden Grundlagen des Fachplanungsrechts, Ablauf und rechtliche Steuerung des Planfeststellungsverfahrens und des Plangenehmigungsverfahrens, die Beachtlichkeit von Verfahrensfehlern, die Wirkungen des Planfeststellungsbeschlusses und der Plangenehmigung, die Planrechtfertigung, das Abwägungsgebot, Anforderungen des Naturschutzrechts (Gebiets- und Objektschutz, naturschutzrechtliche Eingriffsregelung, Europäische Vogelschutzrichtlinie und FFH-Richtlinie) an die Fachplanung, Rechtsschutz von Privaten, Gemeinden und Verbänden, Besonderheiten der einzelnen Fachplanungsbereiche (bspw. Immissionsschutz bei der Verkehrswege- und Flughafenplanung).</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Fachplanungsrecht
(Lehr- / Lernformen)	Vortrag, Gruppenarbeit, Referate, Präsentationen, Rollenspiele, fall- und problembasiertes Lernen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Umweltrecht, Wirtschaftsrecht, Wirtschaftswissenschaften, Umweltingenieurwesen, Berufs- und Wirtschaftspädagogik, Wirtschaftsingenieurwesen,

	Bauingenieurwesen, Maschinenbau, Nachhaltiges Wirtschaften, 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 Möglichst Absolvierung der Veranstaltung Bauplanungs- und Bauordnungsrechts
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 min.) oder Referat (20 min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 15 Seiten) oder mündliche Prüfung (30 min.) oder Hausarbeit. Bei entsprechender Ankündigung durch den Dozenten zu Beginn des Semesters können bis zu 40 % der abschließenden Prüfung in vorgezogenen Lehrveranstaltungs begleitenden Leistungen (Kurztest, Koreferat, Vortragszusammenfassung, Protokolle, Hausaufgaben 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.-Ing. Dr. iur. Andreas Mengel (FB 7)
Medienformen	Powerpoint, Moodle, intensive Arbeit mit Gesetzestexten
Literatur	Steinberg / Wickel / Müller, Fachplanung. Stüer, Handbuch des Bau- und Fachplanungsrechts. Ziekow, Handbuch des Fachplanungsrechts.

M6.8 Immissionsschutzrecht

Nummer/Code	
Modulname	Immissionsschutzrecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<ul style="list-style-type: none"> • – Kenntnis der wichtigsten geltenden Vorschriften • – Kenntnis des systematischen Zusammenspiels rechtlicher • – Vorgaben auf unterschiedlichen Stufen • – Verständnis der ökologischen, politischen wirtschaftlichen • – und technischen Grundlagen der rechtlichen Regelungen • – Fähigkeit zur Lösung von Fällen
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS)
Lehrinhalte	Zulassungsrecht für Industrieanlagen, Institute des Immissionsschutzrechts, Genehmigungsbedürftigkeit von Anlagen, Genehmigungsvoraussetzungen, Genehmigungsverfahren, untergesetzliches Regelwerk
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 (max. 60 min.), Referat (20 min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 15 Seiten)

	Bei entsprechender Ankündigung durch den Dozenten zu Beginn des Semesters können bis zu 40 % der abschließenden Prüfung in vorgezogenen Lehrveranstaltungsbegleitenden Leistungen (Kurztest, Koreferat, Vortragszusammenfassung, 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	Dr. Anja Hentschel (FB 7)
Lehrende des Moduls	Dr. Anja Hentschel, Prof. Dr. Lothar Fischer (FB 7)
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.

M6.9 Klimaschutzrecht

Nummer/Code	
Modulname	Klimaschutzrecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der wichtigsten geltenden Vorschriften • Kenntnis des systematischen Zusammenspiels rechtlicher Vorgaben auf unterschiedlichen Stufen • Verständnis der ökologischen, politischen wirtschaftlichen und technischen Grundlagen der rechtlichen Regelungen
Lehrveranstaltungsarten	VL, S (2 SWS)
Lehrinhalte	internationale, europäische und nationale Rechtsfragen des Klimaschutzes und der Klimaanpassung, Treibhausgasemissionshandel, Energieeffizienz
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 (max. 60 min.), Referat (20 min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 15 Seiten) Bei entsprechender Ankündigung durch den Dozenten zu Beginn des Semesters können bis zu 40 % der abschließenden Prüfung in vorgezogenen lehrveranstaltungsbegleitenden Leistungen (Kurztest, Koreferat, Vortragszusammenfassung, 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	Univ.-Prof. Dr. Alexander Roßnagel, Dr. Anja Hentschel (FB 7)
Medienformen	Powerpoint, Moodle
Literatur	Kloepfer, Umweltrecht, aktuelle Auflage. Kloepfer, Umweltschutzrecht, aktuelle Auflage.

M6.10 Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht

Nummer/Code	
Modulname	Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<ul style="list-style-type: none"> • – Kenntnis der wichtigsten geltenden Vorschriften • – Kenntnis des systematischen Zusammenspiels rechtlicher • – Vorgaben auf unterschiedlichen Stufen • – Verständnis der ökologischen, politischen wirtschaftlichen • – und technischen Grundlagen der rechtlichen Regelungen • – Fähigkeit zur Lösung von Fällen
Lehrveranstaltungsarten	VL, S (2 SWS)
Lehrinhalte	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz des Bundes (KrW-/AbfG) und dazugehöriges untergesetzliches, Wirkungsweisen und Regelungsmechanismen des geltenden Rechts, objektiver und subjektiver Abfallbegriff, Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen, Grundsätze der privaten Entsorgungsverantwortung, Produktverantwortung, Überwachung, Betriebsbeauftragte, Planungsverantwortung, Grüner Punkt (DSD), ElektroG, NachweisV.
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	<p>Klausur (max. 60 min.), Referat (20 min.) mit schriftlicher Ausarbeitung (max. 15 Seiten)</p> <p>Bei entsprechender Ankündigung durch den Dozenten zu Beginn des Semesters können bis zu 40 % der abschließenden Prüfung in vorgezogenen Lehrveranstaltungsbegleitenden Leistungen (Kurztest, Koreferat, Vortragszusammenfassung, Protokolle, Votum oder Web2.0-Anwendungen) ausgegliedert werden, um die Prüfungsbelastung am Ende des Semesters zu vermindern.</p>
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Dr. Carola Glinski (FB 7)
Lehrende des Moduls	Dr. Carola Glinski (FB 7)
Medienformen	Powerpoint, Moodle
Literatur	<p>Beckmann, Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht, aktuelle Auflage.</p> <p>Koch (Hrsg.), Umweltrecht, aktuelle Auflage.</p> <p>Schmidt/Kahl, Einführung in das Umweltrecht, aktuelle Auflage.</p> <p>Kloepfer, Umweltrecht, aktuelle Auflage.</p> <p>Kloepfer, Umweltschutzrecht, aktuelle Auflage.</p>

M6.11 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 Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Baubetriebswirtschaft 1 und 2
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	RA Andreas Klein

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

M6.12 Recht im Verkehrswesen

Nummer/Code	
Modulname	Recht im Verkehrswesen
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"> – EU-Recht (Gesetze und Verordnungen) – Personenbeförderungsrecht (PBefG) – Eisenbahnrecht (AEG) – Vergaberecht – Wettbewerbsrecht – Kommunalrecht, Kommunalverfassungsrecht – Raumordnungs-, Bauplanungs- und Fachplanungsrecht im Verkehrswesen – Straßenverkehrsrecht, Verkehrswegerecht – Straßenverkehrsordnung (StVO) – Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung (BOStrab)
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	jedes zweite Semester (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

M7 Schlüsselqualifikation Umweltökonomie

Die Schlüsselqualifikationen dienen der Integration ausgewählter interdisziplinärer Elemente innerhalb des Masterstudiengangs Umweltingenieurwesen und gewährleisten den additiven Erwerb von Schlüsselqualifikationen.

Das Modul Schlüsselqualifikation Umweltökonomie kann aus den folgenden Modulen gewählt werden. Insgesamt müssen sechs Credits erreicht werden.

- Introduction to Environmental Economics (Ökonomik der Umwelt) (6 C)
- Nachhaltige Unternehmensführung – Grundlagen (6 C)
- Projektmanagement Vertiefung (6 C)
- Ressourcengovernance und Umweltmanagement (6 C)
- Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit–Anwendungen (6 C)

Die Modulbeschreibung „**Ressourcengovernance und Umweltmanagement**“ ist der Rubrik Master – Umweltingenieurwesen Schwerpunkt Abfall- und Ressourcenwirtschaft – zu entnehmen.

Die Modulbeschreibung „**Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit–Anwendungen**“ ist der Rubrik Master – Umweltingenieurwesen Ergänzung – zu entnehmen.

M7.1 Introduction to Environmental Economics (Ökonomik der Umwelt)

Nummer/Code	
Modulname	Introduction to Environmental Economics (Ökonomik der Umwelt)
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Der Kurs vermittelt ein grundlegendes Verständnis der Herausforderungen und Lösungsansätze der Umwelt- und Ressourcenökonomik.
Lehrveranstaltungsarten	VL (4 SWS)
Lehrinhalte	Theoretische Grundlagen der Umwelt- und Ressourcenökonomik mit Schwerpunkt auf Umweltökonomik: <ul style="list-style-type: none"> • Entstehung der Teildisziplin und Beziehung zu anderen Disziplinen • Marktversagen und (marktorientierte) Lösungsansätze • Umgang mit erschöpfbaren und erneuerbaren Ressourcen • Öffentliche Güter und Allmendegüter
Titel der Lehrveranstaltungen	Introduction to Environmental Economics (Ökonomik der Umwelt)
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung mit integrierten Übungen
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	VWL I (Mikroökonomik)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 min) auf Deutsch oder Englisch
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Sven Christens (FB07); Sonja Zitzelsberger (FB07)

Lehrende des Moduls	Sven Christens (FB07); Sonja Zitzelsberger (FB07)
Medienformen	
Literatur	

M7.2 Nachhaltige Unternehmensführung –Grundlagen

Nummer/Code	
Modulname	Nachhaltige Unternehmensführung 1
Art des Moduls	Ergänzungsmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Studierende ... lernen die Grundelemente der sozialen und ökologischen Probleme der weltwirtschaftlichen Entwicklung kennen, ... entwickeln ein differenziertes Verständnis des Nachhaltigkeitsparadigmas, ... können seine Herkunft und Ausprägungsformen wiedergeben, ... haben die Fähigkeit, die Rolle und Handlungsmöglichkeiten von Unternehmen im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung zu bestimmen und zu bewerten, ... haben ein tiefgehendes Verständnis für die Möglichkeiten der Betriebswirtschaftslehre und der Unternehmensführung im Umgang mit der Nachhaltigkeitsproblematik ... können verschiedene Methoden und Instrumente der nachhaltigen Unternehmensführung anwenden ... können deren Möglichkeiten und Grenzen wiedergeben.
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 operatives Nachhaltigkeitsmanagement, Instrumente und Methoden des strategischen Nachhaltigkeitsmanagement
Titel der Lehrveranstaltungen	Nachhaltige Unternehmensführung 1
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	Bachelor–Studiengänge Wirtschaftswissenschaften, Wirtschaftsingenieurwesen, Wirtschaftsrecht, Wirtschaftspädagogik, Wirtschaftsromanistik Master–Studiengänge: Nachhaltiges Wirtschaften, Umweltingenieurwesen Das Modul eignet sich, in anderen wirtschaftswissenschaftlich orientierten Studiengängen, die auf die Qualifikation im Bereich des Nachhaltigen Wirtschaftens hinführen, eingesetzt zu werden.
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. Rüdiger Hahn (FB 7)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Rüdiger Hahn und Mitarbeiter (FB 7)
Medienformen	Beamer, Tafel, Flipchart, Internet
Literatur	Spezifikation in der Beschreibung der jeweiligen Lehrveranstaltung

M7.3 Projektmanagement Vertiefung

Nummer/Code	
Modulname	Projektmanagement Vertiefung
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Allgemein: Vorlesung und Gruppenarbeit mit Fallbeispielen sollen vertiefte Kenntnisse im Projektmanagement vermitteln.</p> <p>Kompetenzen: Die Veranstaltung soll die Studierenden in die Lage versetzen selbst erfolgreich Projekte zu steuern und zu leiten.</p> <p>Berufsvorbereitung: Die Veranstaltung bereitet die Studierenden insbesondere auf interdisziplinäre, leitende und selbständige Tätigkeiten vor.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (4 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • u.a. Risikomanagement im Projekt • Krisenmanagement • Projekt-Controlling • Vertragsmanagement • Personal und PM • Kommunikation und Information im Projekt • Projektpräsentation • Teamführung und Konfliktbewältigung im Projekt • Behandlung von Fallbeispielen • Projektbearbeitung im Team
Titel der Lehrveranstaltungen	Projektmanagement Vertiefung
(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	Teilnahme an PM I und II Teilnehmerbegrenzung auf 15 Studierende
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden

Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.) Präsentation der Fallbeispiele (30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Konrad Spang (FB 15)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Konrad Spang (FB 15)
Medienformen	Folien (Powerpoint, Projektor) Skript Softwarevorführung
Literatur	Wird im Laufe der Veranstaltung bekannt gegeben.

M8 Masterabschlussmodul

Nummer/Code	
Modulname	Masterabschlussmodul
Art des Moduls	Pflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	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. 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.
Lehrveranstaltungsarten	Individuelle Betreuung
Lehrinhalte	
Titel der Lehrveranstaltungen	Masterarbeit
(Lehr-/ Lernformen)	
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 54 Credits im Masterstudiengang Umweltingenieurwesen sowie ggf. bestandene Auflagen
Studentischer Arbeitsaufwand	900 Stunden, Bearbeitungszeit zweiundzwanzig 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

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 2015

M2.3 Schwerpunkt Regenerative Energien Sonne, Wind, Wasser

M2.3.5 Solarthermie Grundlagen und Anwendung

Umbenennung des Moduls in „Solartechnik“, Hinzugefügt wurde das Teilmodul Photovoltaik Systemtechnik I (Prof. Braun).

M2.3.6 Solarthermie–Anlagenplanung

Umbenennung des Moduls „Solarthermie–Anlagenplanung“ in „Planung solarunterstützter Wärmeversorgungssysteme“.

M4 Ingenieurwissenschaften Ergänzung

M4.3 Baustatik

Vorlesungsbegleitend werden 3 Testate (schriftliche Prüfung, jeweils 30 Minuten) angeboten. Die Studienleistung gilt als erbracht, wenn mindestens 2 der 3 Testate bestanden werden.

Erfolgreicher Abschluss der Studienleistung

Änderungen ab Juli 2015

M3 Umweltingenieurwesen Ergänzung

Neues Modul Wassergütemodellierung von Prof. Dr. Matthias Gaßmann ab Sommersemester 2016 wählbar.

M4 Ingenieurwissenschaften Ergänzung

Neuer Modulverantwortlicher und Lehrender des GIS–Erweiterungskurses ist Dipl.–Ing. M. Sc. Jens Eligehausen (FB 6).

Änderungen ab April 2016

Schwerpunkt M1.4 Verkehr und Umwelt

M1.4.1 Erhebung der Verkehrsnachfrage

Ergänzung unter „Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul“ (Studienausschuss, 27.04.2016).

Schwerpunkt M2.1 Industrial Ecology and Sustainable Engineering

Der Schwerpunkt inklusive der folgenden Module entfällt, da Prof. Hiete ab Sommersemester 2016 nicht mehr an der Universität Kassel tätig ist.

- Industrial Ecology – concepts, methods and applications (3 C)
- Stoffstromanalyse und Ökobilanzierung (6 C)
- Technikbewertung und Technikfolgenabschätzung (3 C)

M4 Ingenieurwissenschaften Ergänzung

M4.2. Arbeitssicherheit im Baubetrieb (AS 2)

Die Lehrveranstaltung „Arbeitssicherheit im Baubetrieb (AS 2)“ kann ab Sommersemester 2016 gewählt werden.

M4.4 Baustatik

Teilmodul Statik der Flächentragwerke II (M4.3) ab WS 2015/2016 ersetzt durch das Teilmodul Nichtlineare Baustatik.

M4.5 (alt) Datenbanktechnik

Das Modul Datenbanktechnik wird ab Sommersemester 2016 nicht mehr angeboten.

M6 SQ Umweltrecht

M6.1 Arbeitssicherheit im Baubetrieb (AS 1)

Die Lehrveranstaltung „Arbeitssicherheit im Baubetrieb (AS1)“ kann ab Sommersemester 2016 gewählt werden (Studienausschuss, 26.01.2016)

M6.11. Privates Baurecht

Die Lehrveranstaltung „Privates Baurecht“ kann ab Sommersemester 2016 gewählt werden (Studienausschuss, 26.01.2016).

Änderungen ab Oktober 2016

M7 Umweltökonomie

M7.6. Nachhaltigkeitsökonomik

Lehrveranstaltung Nachhaltigkeitsökonomik (Dr. Thesing) kann ab WWS 16/17 in SQ Umweltökonomie gewählt werden.

Änderungen ab April 2017

M1.1 Abfall- und Ressourcenwirtschaft

M1.1.4 Technologien der Bioenergienutzung

Neue Lehrveranstaltung von Vertretungsprofessorin Dr. Alexandra Pehlken kann im Sommersemester 2017 in den Schwerpunkten „Abfall- und Ressourcenwirtschaft“ und „Regenerative Energien- Thermische Verfahren“ gewählt werden.

Änderung am 16.05.2017: Studienleistung entfällt. Prüfungsleistung: Referat (30 min.) oder Hausarbeit (10 Seiten) oder Klausur (60 min.).

M1.4 Umwelt und Verkehr

M1.4.3 Öffentlicher Personennahverkehr

Redaktionelle Änderung in der Rubrik „Prüfungsleistung“: mündliche Prüfung (15–30 min.) oder schriftliche Prüfung (120 min.)

M4 Ingenieurwissenschaften Ergänzung

M4.16 Operations Research und Simulation BO4

Redaktionelle Änderungen in den Rubriken „Lernergebnisse/Kompetenzen“, „Lehrinhalte“, „Empfohlene Voraussetzungen“ sowie „Lehrende des Moduls“, da mit Herrn Prof. Sharmak ein zusätzlicher Lehrender am Modul beteiligt ist.

M 5 Mathematisch–naturwissenschaftliche Vertiefung

M5.1 Ecological Modelling and GIS

Die Lehrveranstaltung „Ecological Modelling and GIS“ entfällt, da diese vom FB 11 nicht mehr angeboten wird.

M 6 Umweltrecht

M6.12 Recht im Verkehrswesen

Neue Lehrveranstaltung „Recht im Verkehrswesen“ wird ab Sommersemester 2017 angeboten (RA Fiedler).

Änderungen ab Oktober 2017

M1.1 Abfall- und Ressourcenwirtschaft

M1.1.4 Technologien der Bioenergienutzung

Lehrveranstaltung wurde einmalig im Sommersemester 2017 von der Vertretungsprofessorin Dr. A. Pehlken angeboten.

M1.1.2. Thermische Verfahren der Abfalltechnik

Gilt für das WS 17/18: Modulverantwortlicher ist Prof.-Ing. Carsten Sommer (Kommissarischer Leiter des FG). Lehrende TVII: M.Sc. Viktoria Scheff und M.Sc. Stefan Zeltner.

M3 Umweltingenieurwesen Ergänzung

Neue Lehrveranstaltung inkl. Übung „Methoden der Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit“ von Prof. Bringezu ab WS 17/18 im Bereich Umweltingenieurwesen Ergänzung wählbar.

M4 Ingenieurwissenschaften Ergänzung

M4.22 Systemtechnik II

Die Vorlesung Systemtechnik II findet ab WS 17/18 nicht mehr statt, da Prof. Borys in den Ruhestand geht.

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**M7 Schlüsselqualifikation Umweltökonomie****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 Umweltökonomie**M7.1 Alles fliegt uns zu?! Der konsumkritische Stadtrundgang in Kassel**

Die Veranstaltung (4 C) findet nicht mehr statt. Aufgrund dessen wird die Veranstaltung Seminar Energiepolitik (2 C) ebenfalls gestrichen.

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 Modul Inhalte 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

Gewässerökologie und fischpassierbare Bauwerke

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

Energiemanagementsysteme

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

Infrastrukturplanung und räumlicher Bezug

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

Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung

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

M4 Ingenieurwissenschaften Ergänzung

M4.1 Angewandte Hydraulik

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

Änderungen ab Oktober 2019

M5 Mathematisch-naturwissenschaftliche 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

M3.3 Integrierte Wasserbewirtschaftung

Änderung des Modulnamens (vorher Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung). Hinzufügen des Teilmoduls „Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung“ (3 C). Das Modul umfasst insgesamt 6 Credits.

M3.8 Vertiefende Hydromechanik

Neues Modul wird von Dr.-Ing. Klaus Träbing ab Sommersemester 2020 in der Ergänzung Umweltingenieurwesen angeboten.

M4 Ingenieurwissenschaften

M4.1 Angewandte Hydraulik

Das Modul wird durch das Modul „Vertiefende Hydraulik“ im Ergänzungsbereich Umweltingenieurwesen ergänzt.

M4.9 Fertigungsorganisation und Baustellenmanagement

Das Modul entfällt, da der Modulverantwortliche Prof. Franz in den Ruhestand geht.

Änderungen ab Oktober 2020

M1.5 Schwerpunkt Umwelt und Verkehr

M1.5.2 Modellierung der Verkehrsnachfrage

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

M1.5.6 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.

M4 Ingenieurwissenschaften Ergänzung

Arbeitssicherheit im Baubetrieb 2

Neuer externer Lehrbeauftragter Dipl.-Ing. Jens Möller ab Sommersemester 2021 (Ruhestand Dipl.-Ing. Ekehard Becker).

M6 SQ Umweltrecht

Arbeitssicherheit im Baubetrieb 1

Neuer externer Lehrbeauftragter Dipl.-Ing. Micha Drebes Wintersemester 2020/2021 (Ruhestand Dipl.-Ing. Ekehard Becker).