



# **Modulhandbuch für den Studiengang**

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

Stand: 01.09.2025

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>2</b>
<b>Exemplarischer Studienverlaufsplan .....</b>	<b>7</b>
<b>Studienziele und Kompetenzprofil .....</b>	<b>8</b>
<b>Vertiefung Baubetrieb und Baumanagement – Studieninformationen..</b>	<b>11</b>
<b>Vertiefungsfächer Baubetrieb und Baumanagement.....</b>	<b>13</b>
V Bau 1a Operations Research .....	14
V Bau 1b Datenmodelle und Validierung .....	17
V Bau 2 Baubetriebswirtschaft .....	19
<b>Module aus der Ergänzung der Vertiefung Baubetrieb und Baumanagement .....</b>	<b>22</b>
E Bau 2 Arbeitssicherheit im Baubetrieb .....	23
E Bau 4 Bauphysik Vertiefung .....	26
E Bau 5 Technische Gebäudeausrüstung für energieeffiziente Gebäude .....	30
E Bau 6 Bauabfälle und Deponien.....	33
E Bau 7 Führung und Verhalten in Projekten.....	36
E Bau 8 Strategic Project Management .....	38
<b>Vertiefung Konstruktiver Ingenieurbau – Studieninformationen.....</b>	<b>40</b>
<b>Vertiefungsfächer Konstruktiver Ingenieurbau.....</b>	<b>42</b>
V Kons 1 Massivbau – Ingenieurbauwerke .....	43
V Kons 2a Holzbau Vertiefung – Berechnungsmethoden für Tragelemente und Verbindungen.....	47
V Kons 2b Holzbau Vertiefung – Tragwerksentwurf und –analyse .....	49
V Kons 3a Stahlbau Vertiefung – Dynamik & Stabilität .....	51
V Kons 3b Stahlbau Vertiefung – Brückenbau & Ermüdung .....	53
V Kons 4a Bodenmechanik .....	55
V Kons 4b Grundbau .....	58
V Kons 5 a Finite-Element-Methoden in der Baustatik I .....	61
V Kons 5 b Materialmodelle I.....	63

---

<b>Module aus der Ergänzung der Vertiefung Konstruktiver Ingenieurbau</b>	<b>65</b>
E Kons 1 Ausgewählte Kapitel aus dem Stahlbau .....	66
E Kons 2 Bauwerkserhaltung .....	68
E Kons 3 Sonderkapitel und Numerische Methoden des Massivbaus.....	70
E Kons 4 Spezialfragen der Geotechnik 1 .....	73
E Kons 5 Spezialfragen der Geotechnik 2 .....	76
E Kons 6 Vorbeugender Brandschutz.....	79
<b>Vertiefung Verkehr – Studieninformationen .....</b>	<b>81</b>
<b>Vertiefungsfächer Verkehr .....</b>	<b>83</b>
V Ver 1 a Planung des ÖPNV.....	84
V Ver 1 b Modellierung der Verkehrsnachfrage.....	86
V Ver 2a Verkehrstechnik II .....	88
V Ver 2b Telematikunterstützter Personen- und Güterverkehr .....	90
<b>Module aus der Ergänzung der Vertiefung Verkehr .....</b>	<b>92</b>
E Ver 1 Seminar Empirische Verkehrsplanung .....	93
E Ver 2 Bahnbau und Bahnbetrieb .....	95
E Ver 3 Ingenieurvermessung und Geoinformationssysteme .....	97
E Ver 5 Vertiefung Straßenentwurf .....	99
E Ver 6 ÖPNV-Recht.....	101
E Ver 7 Wirtschaft im ÖPNV .....	103
E Ver 8 Betrieb und Technik des ÖPNV .....	105
E Ver 9 Mobilitätsverhalten und Mobilitätskultur .....	107
E Ver 10 Gestaltung von Rad- und Fußverkehrsanlagen .....	110
E Ver 11 Nachhaltige Nahmobilität .....	112
E Ver 12 Aktuelle Themen der nachhaltigen Mobilität .....	114
E Ver 13 Straßenverkehrsrecht.....	116
<b>Vertiefung Wasser – Studieninformationen.....</b>	<b>118</b>
<b>Vertiefungsfächer Wasser.....</b>	<b>120</b>
V Was 1a Numerische Modelle im Wasserbau.....	121
V Was 1b Naturnaher Wasserbau, Flussgebiets- und Hochwassermanagement ..	123

V Was 2a Verfahren und Anforderungen der weitergehenden Abwasserreinigung .....	126
V Was 2b Dynamic modelling of biological wastewater treatment processes .....	129
V Was 2c Zukunftsfähige Wasserversorgung und Industrieabwasserreinigung ...	131
V Was 3a Wassergütemodellierung.....	134
V Was 3b Hydrologische Methoden .....	137
<b>Module aus der Ergänzung der Vertiefung Wasser .....</b>	<b>142</b>
E Was 1 Wasserkraftanlagen .....	143
E Was 2 Integrierte Wasserbewirtschaftung (IWRM) .....	145
E Was 3 Siedlungswasserwirtschaft Ergänzung .....	152
E Was 6 Vertiefende Hydraulik .....	155
E Was 7 Groundwater Reactive Transport Modeling.....	160
E Was 8 Angewandte Hydrogeologie .....	163
<b>Vertiefung Numerische Methoden der Tragwerksanalyse – Studieninformationen .....</b>	<b>165</b>
<b>Vertiefungsfächer Numerische Methoden der Tragwerksanalyse .....</b>	<b>167</b>
V NumTrag 1 Numerische Mechanik.....	168
V NumTrag 2 a Finite-Element-Methoden in der Baustatik I (=V Kons 5a).....	173
V NumTrag 2 b Materialmodelle I (=V Kons 5b) .....	175
V NumTrag 3 Engineering Dynamics .....	177
<b>Module aus der Ergänzung der Vertiefung Numerische Methoden der Tragwerksanalyse .....</b>	<b>183</b>
E NumTrag 6 Tensegrity-Strukturen .....	184
E NumTrag 8 Nichtlineare Kontinuumsmechanik.....	187
E NumTrag 10 Vektor- und Tensoranalysis .....	189
E NumTrag 12 Lineare Schwingungen .....	192
E NumTrag 13 Anwendung kommerzieller FE-Software II .....	195
E NumTrag 14 Finite-Elemente-Methoden in der Baustatik II .....	197
E NumTrag 15 Materialmodelle II.....	199
<b>Vertiefung Verkehrswegebau und Geotechnik – Studieninformationen .....</b>	<b>201</b>

<b>Vertiefungsfächer Verkehrswegebau und Geotechnik .....</b>	<b>203</b>
V Stra 1a Konstruktiver Verkehrswegebau .....	204
V Stra 1b Rheologie und Gebrauchsverhalten von Straßenbaustoffen .....	206
V Stra 2a Bodenmechanik (=V Kons 4a).....	208
V Stra 2b Grundbau (=V Kons 4b) .....	211
<b>Module aus der Ergänzung der Vertiefung Verkehrswegebau und Geotechnik.....</b>	<b>214</b>
E Stra 1 Offshore Foundations .....	215
<b>Vertiefung Werkstoffe – Studieninformationen .....</b>	<b>218</b>
<b>Vertiefungsfächer Werkstoffe .....</b>	<b>220</b>
V Werk 1 Nano- und Mikrostrukturanalyse von Baustoffen .....	221
V Werk 2 Anwendungen und Nachhaltigkeit von Hochleistungswerkstoffen.....	223
V Werk 3 Gefüge und Eigenschaften metallischer Werkstoffe.....	225
V Werk 4 Rheologie und Gebrauchsverhalten von Straßenbaustoffen (=V Stra 1b) .....	227
V Werk 5 Werkstoffkunde der Kunststoffe / Faserverbundwerkstoffe und deren Verarbeitungsverfahren.....	229
<b>Module aus der Ergänzung der Vertiefung Werkstoffe .....</b>	<b>231</b>
E Werk 1 Moderne Stahlwerkstoffe und Formgedächtniswerkstoffe .....	232
E Werk 2 Kunststoffprüfung und Qualitätssicherung in der Kunststoffverarbeitung .....	234
E Werk 3 Leichtmetalllegierungen, Korrosion und Korrosionsschutz .....	236
E Werk 4 Entwicklung, Planung und Realisierung eines Betonkanus .....	238
<b>Masterprojekt.....</b>	<b>241</b>
<b>Schlüsselqualifikationen .....</b>	<b>244</b>
Arbeitssicherheit im Baubetrieb (SQ).....	248
Bauordnungsrecht (SQ) .....	251
Privates Baurecht (SQ).....	253
Recht im Verkehrswesen (SQ) .....	255
Technisches Englisch (SQ) .....	257
Machen! Experimente in der Ideenwerkstatt (SQ) .....	259

---

---

Projektmanagement 1 – Einführung und Grundlagen.....	261
Projektmanagement 2 – Digitaler Wandel durch Projekte.....	263
Führung und Verhalten in Projekten.....	265
Strategic Project Management .....	267
Ingenieure ohne Grenzen Challenge: Entwicklung nachhaltiger Produktlösungen (SQ) .....	269
Grundlagen der Psychologie für das Ingenieurwesen .....	271
<b>Masterabschlussmodul .....</b>	<b>273</b>
<b>Mathematisch–naturwissenschaftliche Vertiefung .....</b>	<b>275</b>
Stochastik für Ingenieure .....	276
Numerische Mathematik für Ingenieure.....	278
Wissenschaftliches Programmieren mit Python und Geodaten.....	281
<b>Änderungen nach Reakkreditierung 2021 .....</b>	<b>284</b>

---

## Exemplarischer Studienverlaufsplan

### Studienverlaufsplan Masterstudiengang Bauingenieurwesen (Stand 06.05.2014)

Master- studium									
	3. Sem	Schlüsselqualifikation 6 C	Masterprojekt 9 C		Masterabschlussmodul 15 C				30 C
	2. Sem	Vertiefung A 12 C	Vertiefung B 12 C	Ergänzung Vertiefung 6 C	Ergänzung Vertiefung 6 C	Wahlpflicht Bauingenieurwesen 6 C			30 C
	1. Sem			Ergänzung Vertiefung 6 C	Mathematik/ Naturwissenschaften 6 C	Wahlpflicht Bauingenieurwesen 6 C			30 C
90 C									

Vertiefungsmodul	Masterabschlussmodul	Schlüsselqualifikation
------------------	----------------------	------------------------

## Studienziele und Kompetenzprofil

Der Master-Studiengang Bauingenieurwesen bietet einen wissenschaftlich vertiefenden berufsqualifizierenden Abschluss. Die Absolventinnen und Absolventen überblicken wesentliche wissenschaftliche Zusammenhänge des Faches und besitzen die Fähigkeit, Methoden und Erkenntnisse des Faches problembezogen anzuwenden. Korrespondierend zum Bachelor-Studiengang erfolgt die Ausrichtung auf einen spezifischen Bereich des Bauingenieurwesens. Angeboten werden die sieben Vertiefungsrichtungen:

- Konstruktiver Ingenieurbau
- Baubetrieb und Baumanagement
- Verkehr
- Wasser
- Werkstoffe
- Numerische Methoden der Tragwerksplanung
- Verkehrswegebau und Geotechnik.

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

Aufbauend auf dem Bachelorabschluss soll das Master-Studium demnach zu vertieften analytisch-methodischen Kompetenzen führen. Zugleich werden die Kenntnisse und Fertigkeiten aus dem Erststudium vertieft und erweitert.

Im Rahmen der Erweiterung des Wissens werden die Absolventinnen und Absolventen in die Lage versetzt, besondere Aspekte gängiger Aufgabenstellungen zu identifizieren und vor wissenschaftlichem Hintergrund zu lösen. Zudem können Sie Lösungswege für Aufgabenstellungen finden, die in der Praxis weniger häufig vorkommen, aber einer fachlich fundierten Behandlung bedürfen.

Absolventinnen und Absolventen vertiefen ihr Wissen in der Form, dass sie Themenstellungen, die zum Kanon des Bachelor-Studiums gehören, mittels anspruchsvollerer wissenschaftlicher Verfahren neu betrachten können. Dadurch entstehen neue Lösungsmöglichkeiten, die den Standardlösungen hinsichtlich Aussagefähigkeit und Genauigkeitsgrad überlegen sind oder Bereiche erfassen, die bei der Standardlösung nicht berücksichtigt werden. Im Rahmen der eher forschungs- als anwendungsorientierten Profilierung des Master-Studiengangs Bauingenieurwesen 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 Ergänzung ihres Studienfaches erworben.
- haben die fachspezifischen Grundlagenkenntnisse über die gewählte Vertiefungsrichtung hinaus vertieft und erweitert.

### **Analyse und Methode**

Absolventinnen und Absolventen

---



- können anspruchsvolle Aufgaben des Bauingenieurwesens analysieren, insbesondere innerhalb der von ihnen gewählten Vertiefungsrichtung.
- 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 Bauingenieurwesen 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 (Design) erstellen, z. B. Konstruktionen von Bauwerken, Entwicklung neuer Bauprodukte und Bauteile, Entwicklung neuer Bauverfahren, Entwurf von Abwassersystemen, Planung und Entwicklung von Verkehrsanlagen etc.
- Sie sind in der Lage, neue, anspruchsvolle innovative Methoden zur Nachweiserstellung und Prognose zu entwickeln, z. B. Methoden zum Nachweis der Standsicherheit, der Energieeffizienz, des Schallschutzes, des Hochwasserschutzes, der Wasserversorgung etc.

### **Ingenieuranwendung und Ingenieurpraxis**

Absolventinnen und Absolventen

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

### **Soziale Kompetenzen**

Absolventinnen und Absolventen

- sind in der Lage, interdisziplinäre Forschungs- und Entwicklungsprozesse in Planungen und Konzepte zu integrieren.
  - sind in der Lage, Dritte bei der Analyse neuer, unklarer und untypischer Aufgaben fachlich anzuleiten.
  - sind in der Lage, Qualitätsmanagementsysteme auf Grundlage wissenschaftlicher Methodik einzurichten, zu betreuen und weiterzuentwickeln und auf diese Weise ihre eigenen Aktivitäten sowie die Aktivitäten anderer zu evaluieren.
-

- sind in der Lage, übergeordnete Führungsaufgaben zu übernehmen.
- haben sich wissenschaftliche, technische und soziale Kompetenzen (Abstraktionsvermögen, systemanalytisches Denken, Team- und Kommunikationsfähigkeit, internationale und interkulturelle Erfahrung usw.) zu eigen gemacht und sind dadurch besonders auf die Übernahme von Führungsverantwortung vorbereitet.
- haben das Können erworben, selbständig wissenschaftlich zu arbeiten und komplexere Projekte zu organisieren, durchzuführen und zu leiten.

## Hinweis:

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

### Lehrveranstaltungsarten

<u>Vorlesung mit studienbegleitender Prüfung</u>	<u>VL+P</u>	<u>Seminar</u>	<u>S</u>	<u>Kurs</u>	<u>K</u>
<u>Vorlesung ohne studienbegleitende Prüfung</u>	<u>VL</u>	<u>Projektseminar</u>	<u>PS</u>	<u>Praktikum Intern/extern</u>	<u>P / i/e</u>
<u>Blended Learning</u>	<u>BL</u>	<u>seminaristischer Unterricht</u>	<u>SU</u>	<u>Schulpraktische Studien</u>	<u>SPS</u>
<u>Übung</u>	<u>Ü</u>	<u>Tutorium</u>	<u>T wiss./stud.</u>	<u>Einzelunterricht (Musik, Kunst)</u>	<u>EU</u>
<u>Konversationsübung</u>	<u>KÜ</u>	<u>Lehrforschungsprojekt</u>	<u>LFP</u>	<u>Kleingruppenunterricht (Musik, Kunst)</u>	<u>KLU</u>
<u>E-Learning</u>	<u>EL</u>	<u>Kolloquium</u>	<u>KO</u>	<u>Exkursion</u>	<u>EX</u>

## Vertiefung Baubetrieb und Baumanagement – Studieninformationen

In der Vertiefung Baubetrieb und Baumanagement sind die Vertiefungsfächer V Bau 1 und V Bau 2 im Umfang von jeweils 12 Credits zu belegen.

V Bau 1a	Operations Research
V Bau 1b	Datenmodelle und Validierung
V Bau 2	Baubetriebswirtschaft

Im Wahlpflichtbereich "Ergänzung der Vertiefung" sind Lehrveranstaltungen im Umfang von insgesamt von 18 Credits aus folgender Auswahl zu belegen:

E Bau 2	Arbeitssicherheit im Baubetrieb
E Bau 4	Bauphysik Vertiefung
E Bau 5	Technische Gebäudeausrüstung für energieeffiziente Gebäude
E Bau 6	Bauabfälle und Deponien
E Bau 7	Führung und Verhalten in Projekten
E Bau 8	Strategic Project Management
E Kons 2	Bauwerkserhaltung
E Kons 4	Spezialfragen der Geotechnik 1
V Stra 1a	Konstruktiver Verkehrswegebau

Dabei ist zu beachten, dass die entsprechenden Lehrveranstaltungen nicht bereits im Bachelor-Studium oder im Bereich Schlüsselqualifikationen belegt worden sind; eine Doppelanrechnung ist nicht möglich.

Im Wahlpflichtbereich "Bauingenieurwesen" mit einem Umfang von insgesamt 12 Credits gilt für die Vertiefung Baubetrieb und Baumanagement folgende Regelung:

- Wenn im Bachelor-Studiengang bereits der Schwerpunkt Baubetrieb und Baumanagement gewählt wurde: Wahl eines Moduls à 12 C oder zweier Module à 6 C aus dem Lehrangebot der Vertiefungen Konstruktiver Ingenieurbau, Numerische Methoden der Tragwerksanalyse, Verkehr, Verkehrswegebau und Geotechnik, Wasser oder Werkstoffe aus dem Master-Studiengang Bauingenieurwesen (inklusive optional der korrespondierenden Schwerpunktmodule aus dem Bachelor-Studium).
- Wenn im Bachelorstudiengang ein anderer Schwerpunkt belegt worden ist: SP Bau I und SP Bau III aus dem Schwerpunkt Baubetrieb und Baumanagement des Bachelor-Studiengangs.

Folgende Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Schlüsselqualifikationen sind für die Vertiefung sinnvoll:

- Arbeitssicherheit im Baubetrieb
  - Arbeitsrecht in der Bauwirtschaft
  - Bauordnungsrecht
-

- Privates Baurecht
- Technisches Englisch
- Machen! Experimente in der Ideenwerkstatt
- Projektmanagement
- Umweltwissen, Umweltwahrnehmung, Umweltverhalten
- Landschafts- und Naturschutzrecht

Dabei ist zu beachten, dass die entsprechenden Lehrveranstaltungen nicht bereits im Bachelor-Studium belegt worden sind; eine Doppelanrechnung ist nicht möglich.

**Zu den Modulprüfungen des Masterstudiums kann nur zugelassen werden, wer ein Beratungsangebot zur Studienplanung durch eine/n vom Prüfungsausschuss benannten Berater bzw. Beraterin nachweisen kann. Das Ergebnis der Beratung ist in einem Studienplan zu dokumentieren und vom Berater bzw. der Beraterin zu genehmigen (vgl. §8, Abs. 5 der Fachprüfungsordnung für den Masterstudiengang Bauingenieurwesen).**

---

## **Vertiefungsfächer Baubetrieb und Baumanagement**

## V Bau 1a Operations Research

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

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

---

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

---



**V Bau 1b Datenmodelle und Validierung**

Nummer/Code	V Bau 1b
Modulname	Datenmodelle und Validierung
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden sind in der Lage Datenmodelle zu prüfen und deren Anwendung und Grenzen zu bewerten. Sie können Datenmodelle mit eigenen Implementierungen analysieren, prüfen, verändern und erzeugen. Die Studierenden sind in der Lage die Tauglichkeit von standardisierten Datenmodellen des Bauwesens im Kontext unterschiedlicher Anwendungsfälle zu bewerten. Sie können geometrische Modelle unter Verwendung von Parametern entwerfen und die Grenzen unterschiedlicher Modelle einschätzen.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	Behandlung von Datenmodellierung, Datenmodellen und ihre Validierung für den Einsatz in allen Bereichen des Ingenieurwesens. Dazu gehören: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelltheorie</li> <li>• Validierung von Modellen</li> <li>• Datenbanken</li> <li>• Ontologien</li> <li>• Datenformate im Ingenieurwesen</li> <li>• Geometrische Modelle</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Datenmodelle und Validierung
Lehr- / Lernformen	Vorlesung mit integrierten Hörsaalübungen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen Masterstudiengang Umweltingenieurwesen Masterstudiengang Mobilität, Verkehr und Infrastruktur
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	Deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	LV Bauinformatik (Grundlagen der Informatik)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	

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

**V Bau 2 Baubetriebswirtschaft**

Nummer/Code	V Bau 2
Modulname	Baubetriebswirtschaft
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Baubetriebswirtschaft 4 und 5 – Organisation und Steuerung der Bauunternehmung:</b></p> <p>Die Studierenden haben die Grundlagen und Werkzeuge zur Organisation und strategischen Steuerung der Bauunternehmung aus Sicht des Bauingenieurs als leitende Führungskraft kennen und anwenden gelernt.</p> <p><b>Baubetriebswirtschaft 6 und 7 – Wertermittlung von Immobilien / Vertiefungsseminar Baukalkulation:</b></p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Verkehrswertermittlungen nachzuvollziehen und durchzuführen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, die Verfahren der dynamischen Investitionsrechnung anzuwenden und Renditeberechnungen durchzuführen.</p> <p>Die Studierenden haben vertiefende fachliche Kenntnisse aus dem Bereich der Baukalkulation aus Sicht des bauausführenden Unternehmens erlangt. Sie sind z. B. in der Lage, Liquiditätspläne für Baustellen aufzustellen, Preisgleitklauseln kalkulatorisch umzusetzen und Bauablaufstörungen kalkulatorisch zu bewerten.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (8 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Baubetriebswirtschaft 4 und 5 – Organisation und Steuerung der Bauunternehmung:</b></p> <p>Aufbau- und Ablauforganisation der Bauunternehmung, Modellierung von Geschäftsprozessen, Controlling und Risikomanagement, Kennzahlen und Kennzahlensysteme, strategische Unternehmensplanung, Komplexitätsmanagement, des Weiteren Gastvorträge aus der Praxis sowie ein Rhetoriktraining</p> <p><b>Baubetriebswirtschaft 6 und 7 – Wertermittlung von Immobilien / Vertiefungsseminar Baukalkulation:</b></p> <p>grundlegende Verfahren der Verkehrswertermittlung von Immobilien, Vertiefung DIN 276 und DIN 277, Flexibilität von Immobilien, Verfahren der dynamischen Investitionsrechnung, Rentabilitätsberechnung von Immobilien</p> <p>Kalkulationsmethoden im Schlüsselfertigbau, Preisgleitklauseln, Liquiditätsplanung der Baustelle, spekulative Baupreisgestaltung, risikoorientierte Baukalkulation, kalkulatorische Bewertung von Bauablaufstörungen</p>

Titel der Lehrveranstaltungen	Baubetriebswirtschaft 4 und 5: Organisation und Steuerung der Bauunternehmung  Baubetriebswirtschaft 6 und 7: Wertermittlung von Immobilien / Vertiefungsseminar Baukalkulation
Lehr-/Lernformen	Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Baubetriebswirtschaft 4 und 5 – Organisation und Steuerung der Bauunternehmung: Jedes Wintersemester  Baubetriebswirtschaft 6 und 7 – Wertermittlung von Immobilien / Vertiefungsseminar Baukalkulation: Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Baubetriebswirtschaft 1, 2 und 3
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Baubetriebswirtschaft 4 und 5 – Organisation und Steuerung der Bauunternehmung:  Präsenzzeit: 60 Stunden  Selbststudium: 120 Stunden  Baubetriebswirtschaft 6 und 7 – Wertermittlung von Immobilien / Vertiefungsseminar Baukalkulation:  Präsenzzeit: 60 Stunden  Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Baubetriebswirtschaft 4 und 5 – Organisation und Steuerung der Bauunternehmung:  Hausarbeit mit Referat (20–30 Seiten), Klausur (60 min.)

	Baubetriebswirtschaft 6 und 7 – Wertermittlung von Immobilien / Vertiefungsseminar Baukalkulation: Hausarbeit mit Referat (20–30 Seiten), Klausur (60 min.)
Anzahl Credits für das Modul	12
Modulverantwortliche/r	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Racky
Lehrende des Moduls	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Racky (BBW 4, BBW5, BBW 6), Dr.-Ing. Melanie Schleicher (BBW 7)
Medienformen	Tablet-PC/Beamer, Tafelanschrieb, Moodle-Kurs, Vorlesungsunterlagen
Literatur	Vorlesungsunterlagen

## **Module aus der Ergänzung der Vertiefung Baubetrieb und Baumanagement**

**E Bau 2 Arbeitssicherheit im Baubetrieb**

Nummer/Code	E Bau 2
Modulname	Arbeitssicherheit im Baubetrieb
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Das Teilmodul 1: AS 1 soll erreichen, dass die Studierenden Gefährdungsbeurteilungen nach § 5 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.</p> <p>Das Teilmodul 2: AS 2 soll erreichen, dass die Studierenden die Anforderungen aus der Baustellenverordnung an den Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator in der Planungs- und Ausführungsphase kennen lernen und diese in die Praxis umsetzen können. Ferner lernen die Studierenden selbstständig Sicherheits- und Gesundheitsschutzpläne in der Planungs- und Ausführungsphase zu erstellen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Teilmodul Arbeitssicherheit 1(AS 1)</p> <p>Darlegung der gesetzlichen Grundlagen der Arbeitssicherheit (Arbeitsschutzgesetz, Unfallverhütungsvorschriften) mit rechtlichen Auswirkungen auf die am Bau Beteiligten bei dem Eintritt von Arbeitsunfällen. Weiterhin die Einbettung in das europäische Regelwerk.</p> <p>Darstellung spezifischer Gefährdungen für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Tiefbaumaßnahmen: Hier insbesondere unter Berücksichtigung der DIN 4124 sowie DIN EN 1610.</li> <li>- Hochbaumaßnahmen: Arbeits- und Schutzgerüste (DIN 4420), Absturzgefährdung, elektrische Gefährdungen.</li> <li>- Gefährdungen durch Gefahrstoffe: Ausgewählte Gefahrstoffe in der Bauwirtschaft (GefStoffV).</li> <li>- Gefährdung beim Einsatz von Maschinen des Hoch- und Tiefbaus, Anforderungen aus der Betriebssicherheitsverordnung</li> </ul> <p>Teilmodul Arbeitssicherheit 2(AS 2)</p> <p>Darlegung der Inhalte der Baustellenverordnung mit den Ergänzungen durch die RAB'en, insbesondere RAB 10, RAB 30 sowie RAB 31.</p>

	<p>Weiterhin werden besondere Punkte der Arbeitsstätten-Verordnung sowie der Arbeitszeitverordnung angesprochen.</p> <p>Umsetzung der Anforderungen der Baustelle an ausgewählten Beispielen z. B. aus dem unterirdischen Bauen, Arbeiten im öffentlichen Verkehrsraum sowie Abbrucharbeiten.</p> <p>Das Modul kann als Teilmodul (3 Credits) oder als ganzes Modul (6 Credits) im Bereich Schlüsselqualifikationen im Grund- und Hauptstudium eingesetzt werden.</p> <p>Die Teilmodule können einzeln Jedes für sich oder gemeinsam eingesetzt werden.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	<p>Teilmodul Arbeitssicherheit 1 (AS 1)</p> <p>Teilmodul Arbeitssicherheit 2 (AS 2)</p>
Lehr-/Lernformen	Vorlesung mit vorlesungsbegleitenden Übungen, Vorlesung mit Beamer
Verwendbarkeit des Moduls	Bachelorstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	<p>Teilmodul Arbeitssicherheit 1 (AS 1): Jedes Wintersemester</p> <p>Teilmodul Arbeitssicherheit 2 (AS 2): Jedes Sommersemester</p>
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Es wird stark empfohlen, die Vorlesung erst ab dem 4. Fachsemester zu hören.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 60 Stunden</p> <p>Selbststudium: 120 Stunden</p>
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Je Teilmodul eine Klausur (90 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Peter Racky
Lehrende des Moduls	<p>AS 1: M. Eng. Marc Iffland</p> <p>AS 2: Dipl.-Ing. Jens Möller</p>
Medienformen	<p>Power-Point-Präsentation, teilweise mit Filmsequenzen</p> <p>Tafelanschrieb, Overhead-Projektion, Übungen</p> <p>Moodle-Kurs</p> <p>Skript</p>



Literatur	Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben
-----------	--

---

**E Bau 4 Bauphysik Vertiefung**

Nummer/Code	E Bau 4
Modulname	Bauphysik Vertiefung
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Prinzipien des energieeffizienten Planens und Bauens – Bauphysik:</b></p> <p>Aufbauend auf den Grundlagen der Bauphysik werden im Rahmen der Lehrveranstaltung Prinzipien und Methoden vermittelt, welche die StudentInnen in die Lage versetzen, selbstständig auf dem Gebiet des energieeffizienten Planens und Bauens bestehende sowie neue Gebäudekonzepte zu bewerten. Insbesondere hinsichtlich der Beurteilung von bestehenden und zu sanierenden Gebäuden wird der Blick für einen nachhaltigen Umgang mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen im Rahmen der Planung neuer Konzepte geschult.</p> <p><b>Bauschäden und energetische Sanierung:</b></p> <p>Die StudentInnen werden sowohl für die Sanierung aus energetischen Beweggründen als auch auf dem Gebiet der Bauschadensbeurteilung und -beseitigung mit Wissen ausgestattet, welches die wesentliche Grundlage für eigenverantwortliches Planen und Bauen darstellt.</p> <p>Die StudentInnen werden in die Lage versetzt, Bauschäden zu erkennen, ihre Ursache und Wirkung einzuordnen und Maßnahmen für die Sanierung zu planen bzw. Vor- und Nachteile von Sanierungsvarianten vergleichend zu bewerten.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Prinzipien des energieeffizienten Planens und Bauens – Bauphysik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und Anwendung der Energiebilanzierung</li> <li>• Auswirkungen der EnEV für Wohngebäude,</li> <li>• Energiestandards</li> <li>• Energieeffiziente Gebäudekonzepte</li> <li>• Plusenergiehauskonzepte</li> <li>• Energetische Bewertung von Nichtwohngebäuden</li> <li>• Meteorologie und Mikroklima</li> <li>• Auswirkungen der Wärmespeicherfähigkeit im Winter und Sommer</li> <li>• Baustoffe/Baukonstruktionen/Materialien</li> </ul> <p><b>Bauschäden und energetische Sanierung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieeinsparung im Gebäudebestand</li> <li>• Anforderungen gem. EnEV</li> <li>• Quantifizierung von Energieeinsparmaßnahmen</li> <li>• Mess- und Analyseverfahren zur wärmetechnischen Beurteilung von Gebäuden</li> <li>• bauphysikalische/baukonstruktive Maßnahmen zur energetischen Sanierung</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anschlussdetails, Wärmeschutz Sonderfälle</li> <li>• Bedarfsenergieausweis</li> <li>• Verbrauchsennergieausweis</li> </ul> <p>Bauschäden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffsdefinition</li> <li>• Schwerpunkte der Bauschäden</li> <li>• Verfahren für die Beurteilung des Zustandes von Hochbauten</li> <li>• zerstörungsfreie Prüfverfahren</li> <li>• Messtechnik, Schimmelpilzproblematik</li> <li>• Verfahren zur Trockenlegung von Mauerwerk</li> <li>• Schadensbeispiele und Sanierung</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	<p>Prinzipien des energieeffizienten Planens und Bauens</p> <p>Bauschäden und energetische Sanierung</p>
Lehr-/ Lernformen	Vortrag, selbstgesteuertes Lernen, problembasiertes Lernen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Semester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	LV „Grundlagen Bauphysik“ oder LV „Rationelle Energienutzung in Gebäuden–GL Bauphysik“ (Bachelor)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 60 Stunden</p> <p>Selbststudium: 120 Stunden</p>
Studienleistungen	Ausarbeitung eines Energiekonzepts für ein Neubau-Wohngebäude (ca. 20–30 Seiten)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Erstellung eines Sanierungskonzepts für ein Bestandsgebäude (ca. 20–30 Seiten)
Anzahl Credits für das Modul	6

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Anton Maas
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Anton Maas  Dipl.-Ing. Swen Klauß
Medienformen	Powerpoint-Präsentationen, Tafelanschrieb
Literatur	<p>Niedrigenergiehäuser – bauphysikalische Entwurfsgrundlagen. In: Informationsdienst Holz Reihe 1, Teil 3, Folge 2. Düsseldorf, 1994 (Online Resource).</p> <p>David, R. u.a.: Heizen, Kühlen, Belüften und Beleuchten : Bilanzierungsgrundlagen zur DIN V 18599. Stuttgart : Fraunhofer-IRB-Verl., 2006.</p> <p>Feist, W.: Grundlagen der Gestaltung von Passivhäusern. Darmstadt : Verlag das Beispiel, 1996.</p> <p>Umweltbundesamt: Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen. Berlin, 2005. <a href="http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4219.pdf">http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4219.pdf</a></p> <p>Stahr, M. (Hrsg.): Bausanierung. Erkennen und Beheben von Bauschäden, 4. Auflage. Wiesbaden : Vieweg+Teubner, 2009 (als E-Book verfügbar).</p> <p>Schulz, J.: Architektur der Bauschäden – Schadensursache – Gutachterliche Einstufung – Beseitigung – Vorbeugung. Wiesbaden : Vieweg, 2006 (als E-Book verfügbar).</p> <p>Ertl, R.; Egenhofer, M.; Hergenröder, M.; Struck, T.: Typische Bauschäden im Bild. Erkennen – bewerten – vermeiden – instand setzen. Köln : Müller, 2010</p> <p>Hankammer, G.: Schäden an Gebäuden. Erkennen und Beurteilen. Köln : Müller, 2004</p> <p>Lukowsky, D.: Schadensanalyse Holz und Werkstoffe. Schadensursachen und Untersuchungsmethoden. Stuttgart : Fraunhofer IRB Verlag, 2013.</p> <p>Hauser, G.; Höttges, K.; Lüking, R.-M.; Maas, A.; Stiegel, H.: Energieeinsparung im Gebäudebestand. 6. überarbeitete Auflage 2010 (Hrsg.: Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung).</p> <p>Künzel, H.: Bauphysik und Denkmalpflege. Stuttgart : Fraunhofer IRB Verlag, 2007.</p>

	<p>Institut für Bauforschung e.V. –IFB–, Hannover (Hrsg.): Atlas Bauen im Bestand : Katalog für nachhaltige Modernisierungslösungen im Wohnungsbaubestand. Köln : Müller, 2008.</p> <p>Oswald, R.; Zöller, M.; Liebert, G.; Sous, S.: Baupraktische Detaillösungen für Innendämmungen (nach EnEV 2009). Reihe Bauforschung für die Praxis, Band 98. Stuttgart : Fraunhofer IRB Verlag, 2011.</p>
--	--

**E Bau 5 Technische Gebäudeausrüstung für energieeffiziente Gebäude**

Nummer/Code	E Bau 5
Modulname	Technische Gebäudeausrüstung für energieeffiziente Gebäude
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Im Teilmodul 1 „Grundlagen der Technischen Gebäudeausrüstung für Architekten“ haben Studierende Grundlagen der Heizungstechnik, der Wohnungslüftung sowie der Wasserver- und -entsorgung, der Elektrizitätsversorgung und der Beleuchtungstechnik kennengelernt. Sie sind in der Lage, die Funktionen und das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten unter Berücksichtigung der technischen, ökologischen und ökonomischen Aspekte zu verstehen und zu bewerten.</p> <p>Im Teilmodul 2 „Prinzipien des energieeffizienten Planens und Bauens – TGA“ vertiefen die Studierenden ihr Wissen über Möglichkeiten und Einsatzrandbedingungen energieeffizienter Anlagentechnik.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen mit dem Baukörper eigene Anlagenkonzepte für Lüftung, Heizung und Warmwasser zu erstellen, deren Energieeffizienz im Rahmen einer energetischen Bilanzierung zu ermitteln sowie Lösungsvarianten unter ökonomischen Gesichtspunkten zu vergleichen. Die Veranstaltung konzentriert sich auf den Nutzungstyp Wohngebäude.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL+P (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Teilmodul 1: Grundlagen der Technischen Gebäudeausrüstung für Architekten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systeme zur Heizung und Warmwasserbereitung</li> <li>• Belüftung von Gebäuden</li> <li>• Wasserver- und -entsorgung</li> <li>• Elektroinstallation und Beleuchtung</li> </ul> <p>Teilmodul 2: Prinzipien des energieeffizienten Planens und Bauens – TGA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieeffiziente Heizung und Warmwasserbereitung</li> <li>• Lüftung in energieeffizienten Gebäuden</li> <li>• Besonderheiten der Bestandsmodernisierung</li> <li>• Erneuerbare Energien</li> <li>• Erstellen von Anlagenkonzepten für energieeffiziente Gebäude</li> <li>• Energetische Bilanzierung von Anlagenkonzepten nach DIN 4701 Teil 10</li> <li>• Ökonomische Bewertung von Anlagenkonzepten</li> </ul>

Titel der Lehrveranstaltungen	Grundlagen der technischen Gebäudeausrüstung für Architekten, Prinzipien des energieeffizienten Planens und Bauens – TGA
Lehr-/ Lernformen	Vortrag, selbstgesteuertes Lernen, problembasiertes Lernen
Verwendbarkeit des Moduls	
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Kontaktstudium 2 x 30 h = 60 h Selbststudium 2 x 60 h = 120 h
Studienleistungen	Schriftliche Prüfung in Teilmodul 1 „Grundlagen der Technischen Gebäudeausrüstung für Architekten“
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Referat, Fachgespräch (je 15–30 Minuten) oder Semesterarbeit (20–30 Seiten) in Teilmodul 2
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jens Knissel, FB 6
Lehrende des Moduls	Lehrende des Fachgebiets Technische Gebäudeausrüstung (FB 6)
Medienformen	Je nach Ankündigung in der Lehrveranstaltung
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Krimmling, Preuss, Deutschmann, Renner: Atlas Gebäudetechnik – Grundlagen, Konstruktionen, Details; Rudolf-Müller GmbH; Köln, 2008</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pistohl, Wolfram: Handbuch der Gebäudetechnik. Bd.1 Allgemeines, Sanitär, Elektro, Gas. Planungsgrundlagen und Beispiele. 6. Aufl. Neuwied: Werner, 2007</li><li>• Pistohl, Wolfram: Handbuch der Gebäudetechnik. Bd.2 Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Energiesparen. Planungsgrundlagen und Beispiele. 7. Aufl. Neuwied: Werner, 2009</li><li>• Lenz, B et al.: Nachhaltige Gebäudetechnik – Grundlagen, Systeme, Konzepte; Detailverlag; München, 2010</li><li>• Hausladen et al.: Climadesign – Lösungen für Gebäude, die mit weniger Technik mehr können; Verlag Callwey; München, 2005</li><li>• Feist, W.: Grundlagen der Gestaltung von Passivhäusern. Darmstadt : Verlag das Beispiel, 1996.</li></ul> <p>Protokollbände des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser: Nr. 6 Haustechnik im Passivhaus; Nr. 38 Heizsysteme im Passivhaus; Nr. 24 Einsatz von Passivhaustechnologien bei der Altbaumodernisierung; Nr. 30 Lüftung bei Bestandssanierung; Passivhaus Institut; Darmstadt</p>
--	---



**E Bau 6 Bauabfälle und Deponien**

Nummer/Code	E Bau 6
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><b>Ressourceneffizienz im Bauwesen (RA-BA)</b></p> <p>Der Sektor „Gebäude und Infrastruktur“ beherbergt das größte anthropogene Materiallager und ist dementsprechend ein wesentlicher Treiber von Materialflüssen, sowohl auf der Versorgungsseite als auch auf der Entsorgungsseite. Im Rahmen der LVA wird die Rolle des Bausektors für die Abfallwirtschaft beleuchtet und das Recycling von Bauabfällen behandelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ressourceneffizienz im Bauwesen (RA-BA)</li> <li>• Materiallager in Gebäuden und Infrastruktur</li> <li>• Ökobilanz im Bauwesen (inkl. Nachhaltigkeitszertifizierung)</li> <li>• Verfahren zum Abbruch und Rückbau von Bauwerken (inkl. Bauwerkserkundung)</li> <li>• Grundlagen zu Bauabfällen (Entwicklung, Rechtsvorschriften, Umweltauswirkungen und Qualitäten)</li> <li>• Recycling von Bauabfällen (Erdaushub, Straßenaufbruch, Bauschutt, Baustellenabfälle)</li> <li>• Aufbereitungsverfahren (Erdaushub, Straßenaufbruch, Bauschutt, Baustellenabfälle)</li> </ul> <p><b>Landfill engineering and contaminated site remediation (Deponietechnik und Altlastensanierung (RA-DA))</b></p>

	<p>Deponien als Senken für nicht verwertbare Stoffe sind ein zentraler Bestandteil der Abfallwirtschaft. In dieser LVA werden unterschiedliche Deponietypen behandelt, Deponieprozesse (Wasser- und Stoffhaushalt) erläutert, Grundlagen der Deponietechnik (Bau und Betrieb) vermittelt, sowie Konzepte zum Umgang mit geschlossenen Deponien und Altablagerungen vorgestellt. Außerdem werden Deponiekonzepte und -technologien im globalen Kontext vorgestellt. Ausgewählte Inhalte werden anhand von kleinen Übungsaufgaben vertieft.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rolle der Deponie in der Abfallwirtschaft</li> <li>• Rechtliche Rahmenbedingungen</li> <li>• Deponiebautechnik und Deponiebetrieb</li> <li>• Deponietypen und Ablagerungsverhalten von Abfällen</li> <li>• Analyse deponierter Abfälle</li> <li>• Deponienachsorge und Stabilisierungsmaßnahmen</li> <li>• Altlastenerkundung und -sanierung</li> <li>• Deponien und Abfallablagerungen im globalen Kontext</li> <li>• Verfahren der Altlastensanierung</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Ressourceneffizienz im Bauwesen (RA-BA) Landfill engineering and contaminated site remediation (RA-DA)
Lehr-/ Lernformen	Vortrag; Videos & Exkursionen; Übungen (im Rahmen der LVAs);
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen, Umweltingenieurwesen, REE
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	RA-BA : jedes Wintersemester RA-DA: jedes Sommersemester
Sprache	RA-BA: Deutsch, RA-DA: Englisch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>RA-BA</p> <p>Präsenzzeit: 2 SWS (26 Stunden), 1 Exkursion + Protokoll (8 Stunden)</p> <p>RA – DA</p> <p>Präsenzzeit: 2 SWS (26 Stunden), 1 Exkursion + Protokoll (8 Stunden)</p>

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

**E Bau 7 Führung und Verhalten in Projekten**

Nummer/Code	
Modulname	Führung und Verhalten in Projekten
Art des Moduls	Schlüsselkompetenz; Wahlpflichtmodul (Integration: Produktionstechnik und Arbeitswissenschaft / Mensch-Organisation-Technik)
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden kennen Führungstheorien und wissen um die Bedeutung von Erwartungen, Rollenverhalten und Konflikten im Kontext der Projektarbeit. Sie können souverän in Projektteams agieren, Teamdynamiken reflektieren und erste Führungsaufgaben übernehmen. Sie sind in der Lage, verschiedene Praktiken in der Projektarbeit situationsgerecht zu bewerten und anzuwenden.
Lehrveranstaltungsarten	2 SWS, kann auch als Blockveranstaltung angeboten werden
Lehrinhalte	<p>Mitarbeit in und die Leitung von Projektteams nimmt einen großen Stellenwert im heutigen Arbeitsalltag ein. Der Kurs soll sowohl die inhaltlich-methodische Kompetenz mit Blick auf die Arbeitsgestaltung und die Führung von Projektteams als auch die Sozialkompetenz der Teilnehmer/innen stärken. Klassische Ansätze aus der Personal-/Führungsforschung werden im spezifischen Kontext von Projekten beleuchtet:</p> <p>Individuum, Projekt und Organisation  Führungspersonen und Projektleiter/innen  Entscheidung in Projekten  Gestaltung von Arbeit  Motivation und Commitment  Extrarollenverhalten  Gruppenentwicklung, -dynamik und Konflikte  Führungstheorien  Individuelle Kooperation und Vernetzung  Praktiken und Routinen in der Projektarbeit</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Führung und Verhalten in Projekten
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Seminar, studentische Präsentationen („flipped classroom“)
Verwendbarkeit des Moduls	<p>B. Sc. Maschinenbau  B.Sc.+M.Sc. Bauingenieurwesen  B.Sc.+ M.Sc. Umweltingenieurwesen  M.Sc. Mobilität, Verkehr und Infrastruktur  Offen für Studierende anderer Fachbereiche, soweit der jeweilige Studiengang eine Einbringung des Fachs im Wahlbereich zulässt.</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	Vorherige Belegung der Module „Grundlagen des Projektmanagements (Teil 1 und 2)“ wird empfohlen.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Anmeldung erforderlich
Studentischer Arbeitsaufwand	2 SWS Seminar (30 Std.) Selbststudium 60 Std.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme (Beteiligung an Gruppenarbeiten und -diskussionen sowie Diskussionsbeiträge während der Lehrveranstaltung oder Sitzungsmoderation)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	–
Prüfungsleistung	Schriftliche Ausarbeitung (Projektarbeit, 20–30 Seiten), gekoppelt mit Vortrag/Präsentation (15 Minuten)
Anzahl Credits für das Modul	3 Credits
Lehreinheit	Fachbereich 15
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Timo Braun
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Timo Braun und wissenschaftliche Mitarbeiter
Medienformen	Interaktive Seminargestaltung Folien (PowerPoint)
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

**E Bau 8 Strategic Project Management**

Nummer/Code	
Modulname	Strategic Project Management
Art des Moduls	Schlüsselkompetenz; Wahlpflichtmodul (Integration: Produktionstechnik und Arbeitswissenschaft / Mensch-Organisation-Technik)
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden verstehen die strategische Dimension von Projekten und sind in der Lage, deren Auswirkungen auf die Ertragskraft von Unternehmen einzuordnen. Sie können Potenziale abwägen und Projekte so ausgestalten, dass diese einen substanziellen Wertbeitrag für Unternehmen leisten können. Ferner sind die Studierenden in der Lage, projektübergreifende Dynamiken sowie Innovations- und Kooperationspotenziale kritisch zu reflektieren.
Lehrveranstaltungsarten	2 SWS
Lehrinhalte	<p>Das strategische Projektmanagement erkennt das Potenzial von Projekten, die Innovations- und Adaptionfähigkeit sowie auch die Ertragskraft ganzer Unternehmen maßgeblich zu beeinflussen und zu unterstützen. Die Lerninhalte dieses Moduls umfassen u.a.:</p> <p>Grundbegriffe des strategischen Managements im Projektkontext</p> <p>Akteure im strategischen Projektmanagement</p> <p>Projektbezogene Fragen des strategischen Managements</p> <p>Projektübergreifende Fragen des strategischen Managements (u.a. Multiprojekt-, Projektportfolio- und Programmmanagement)</p> <p>Theorie und Praxis der strategischen Entscheidungsfindung</p> <p>Strategische Analysen (interne Unternehmensanalyse, externe Marktanalyse)</p> <p>Strategieimplementierung auf unterschiedlichen Ebenen (Unternehmens-, Geschäftsbereich-, Projektstrategien)</p> <p>Strategische Allianzen und Projektnetzwerke</p> <p>Innovation und Entrepreneurship durch strategische Projekte</p> <p>Strategischer Projekteinfluss auf der Branchen-/Feldebene</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Strategic Project Management
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Interaktive Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	<p>B. Sc. Maschinenbau</p> <p>M. Sc. Maschinenbau</p> <p>B.Sc.+M.Sc. Bauingenieurwesen</p> <p>B.Sc.+ M.Sc. Umweltingenieurwesen</p> <p>M.Sc. Mobilität, Verkehr und Infrastruktur</p>

	Offen für Studierende anderer Fachbereiche, soweit der jeweilige Studiengang eine Einbringung des Fachs im Wahlbereich zulässt.
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	englisch (Regelfall), deutsch (nach Ankündigung)
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Empfohlen wird eine vorherige Belegung der Module „Grundlagen des Projektmanagements (Teil 1 und 2)“
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	–
Studentischer Arbeitsaufwand	2 SWS Vorlesung (30 Std.) Selbststudium 60 Std.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme (Beteiligung an Gruppenarbeiten und –diskussionen sowie Diskussionsbeiträge während der Lehrveranstaltung)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	–
Prüfungsleistung	Klausur 45 Min. oder mündliche Prüfung 20 Min.
Anzahl Credits für das Modul	3 Credits
Lehreinheit	Fachbereich 15
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Timo Braun
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Timo Braun und wissenschaftliche Mitarbeiter
Medienformen	Interaktive Vorlesung; Folien (Powerpoint, Projektor) Kursbegleitende Lektüre ausgewählter Lehrbücher (siehe Literatur) und wissenschaftlicher Fachaufsätze (die im Semesterverlauf bereitgestellt werden)
Literatur	Whittington, R., Angwin, D., Regner, P., Johnson, G., Scholes, K., Koleva, P. 2020. Exploring Strategy, Text and Cases. 12. Auflage. Pearson Education: Harlow.  Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

## Vertiefung Konstruktiver Ingenieurbau – Studieninformationen

In der Vertiefung Konstruktiver Ingenieurbau sind zwei der Vertiefungsfächer V Kons 1 bis V Kons 5 im Umfang von jeweils 12 Credits zu belegen.

V Kons 1	Massivbau – Ingenieurbauwerke
V Kons 2a	Holzbau Vertiefung – Berechnungsmethoden für Tragelemente und Verbindungen
V Kons 2b	Holzbau Vertiefung – Tragwerksentwurf und -analyse
V Kons 3a	Stahlbau Vertiefung – Dynamik & Stabilität
V Kons 3b	Stahlbau Vertiefung – Brückenbau & Ermüdung
V Kons 4a	Bodenmechanik
V Kons 4b	Grundbau
V Kons 5 a	Finite-Element-Methoden in der Baustatik I
V Kons 5 b	Materialmodelle I

Im Wahlpflichtbereich "Ergänzung der Vertiefung" sind Lehrveranstaltungen im Umfang von insgesamt von 18 Credits aus folgender Auswahl zu belegen:

E Kons 1	Ausgewählte Kapitel aus dem Stahlbau
E Kons 2	Bauwerkserhaltung
E Kons 3	Sonderkapitel und Numerische Methoden des Massivbaus
E Kons 4	Spezialfragen der Geotechnik 1
E Kons 5	Spezialfragen der Geotechnik 2
E Kons 6	Vorbeugender Brandschutz
V NumTrag 1	Numerische Mechanik
E NumTrag 13	Anwendung kommerzieller FE-Software II
V Werk 1	Nano- und Mikrostrukturanalyse von Baustoffen
V Werk 2	Anwendungen und Praxisbeispiele von Hochleistungswerkstoffen
E Werk 4	Entwicklung, Planung und Realisierung eines Betonkanals
E Stra 1	Offshore Foundations

Im Rahmen der 18 Credits des Wahlpflichtbereichs „Ergänzung der Vertiefung“ kann auch ein drittes Vertiefungsfach V Kons 1 bis V Kons 5 im Umfang von 12 Credits belegt werden, ebenso weitere Teilmodule aus den Vertiefungsfächern.

Im Wahlpflichtbereich "Bauingenieurwesen" mit einem Umfang von insgesamt 12 Credits gilt für die Vertiefung "Konstruktiver Ingenieurbau" folgende Regelung:

- Wenn im Bachelor-Studiengang bereits der Schwerpunkt Konstruktiver Ingenieurbau gewählt wurde: Wahl eines Moduls à 12 C oder zweier Module à 6 C aus dem Lehrangebot der Vertiefungen Baubetrieb/Baumanagement, Numerische Methoden der Tragwerksanalyse, Verkehr, Verkehrswegebau und Geotechnik, Wasser oder Werkstoffe aus dem Master-Studiengang Bauingenieurwesen (inklusive optional der korrespondierenden Schwerpunktmodule aus dem Bachelor-Studium).



- Wenn im Bachelorstudiengang ein anderer Schwerpunkt belegt worden ist: Zwei der drei Schwerpunktmodule SP Kons I, SP Kons II und SP Kons III aus dem Schwerpunkt Konstruktiver Ingenieurbau des Bachelor-Studiengangs.

Folgende Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Schlüsselqualifikationen sind für die Vertiefung sinnvoll:

- Arbeitssicherheit im Baubetrieb
- Arbeitsrecht in der Bauwirtschaft
- Bauordnungsrecht
- Privates Baurecht
- Technisches Englisch
- Machen! Experimente in der Ideenwerkstatt
- Projektmanagement
- Umweltwissen, Umweltwahrnehmung, Umweltverhalten
- Landschafts- und Naturschutzrecht

Dabei ist zu beachten, dass die entsprechenden Lehrveranstaltungen nicht bereits im Bachelor-Studium belegt worden sind; eine Doppelanrechnung ist nicht möglich.

**Zu den Modulprüfungen des Masterstudiums kann nur zugelassen werden, wer ein Beratungsangebot zur Studienplanung durch eine/n vom Prüfungsausschuss benannten Berater bzw. Beraterin nachweisen kann. Das Ergebnis der Beratung ist in einem Studienplan zu dokumentieren und vom Berater bzw. der Beraterin zu genehmigen (vgl. §8, Abs. 5 der Fachprüfungsordnung für den Masterstudiengang Bauingenieurwesen)**

---

## **Vertiefungsfächer Konstruktiver Ingenieurbau**

**V Kons 1 Massivbau – Ingenieurbauwerke**

Nummer/Code	V Kons 1
Modulname	<b>Massivbau – Ingenieurbauwerke</b>
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden sollen, aufbauend auf den Kenntnissen aus dem Bereich des Hochbaus sowie den Grundlagen des Spannbetonbaus, befähigt werden, Tragwerke aus dem Bereich des Ingenieurbaus, insbesondere des Massiv- und Verbundbrückenbaus, zu berechnen und zu konstruieren. Die notwendigen Grundlagen in Bezug auf Lastannahmen für Brücken, das Vorspannen statisch unbestimmter Systeme und der für die Bearbeitung komplexer Aufgabenstellungen notwendigen Werkzeuge (Software) werden in den Teilmodulen behandelt.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Teilmodul Massivbau – Spannbetonkonstruktionen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorspannung äußerlich statisch unbestimmter Systeme</li> <li>• Berücksichtigung des zeitabhängigen Verformungsverhaltens von Spannbetonkonstruktionen (Schnittkraftumlagerung infolge Kriechens und Schwindens)</li> <li>• Ergänzungen zu Querkraft und Torsion bei Spannbetonbauteilen</li> <li>• Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit: Beschränkung der Rissbreiten im Spannbetonbau und Spannungsbegrenzungen</li> <li>• Bauliche Durchbildung von Spannbetonbauteilen: Mindestbewehrung und Robustheit von Spannbetonkonstruktionen</li> <li>• Vorspannung ohne Verbund und Externe Vorspannung</li> <li>• Ermüdungsprobleme und Ermüdungsnachweise</li> <li>• Anwendung von hochfestem und ultrahochfestem Beton in Spannbetonbauteilen aus der Forschung</li> <li>• Modellieren mit branchenüblicher Software (z.B. Sofistik, RFEM, Infograph u.a.)</li> </ul> <p><b>Teilmodul Einführung in den Massivbrückenbau</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffe, Entwurfsgrundlagen, Systeme, Querschnitte, Stützen und Widerlager, Lastannahmen, Berechnung und Konstruktion von wesentlichen Bauteilen, Konstruktionsdetails</li> <li>• Belastungen einschließlich Zwängungsbeanspruchungen</li> <li>• Bogenbrücken, Rahmenbrücken</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plattenbrücken, Plattenbalkenbrücken, Kastenträgerbrücken</li> <li>• Schrägkabelbrücken</li> <li>• Verbundbrücken</li> <li>• Integrale und semi-integrale Brücken</li> <li>• Bauverfahren des Brückenbaus</li> <li>• Widerlager</li> <li>• Pfeiler</li> <li>• Lager</li> <li>• Konstruktive Durchbildung</li> <li>• Sanierung von Schäden an Brücken</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Massivbau – Spannbetonkonstruktionen Einführung in den Massivbrückenbau
Lehr-/Lernformen	Vortrag, Studienarbeit als Gruppenarbeit
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	<p><b>Teilmodul Massivbau – Spannbetonkonstruktionen:</b> Jedes Sommersemester. Das Teilmodul „Spannbetonbaukonstruktionen“ wird in der zweiten Semesterhälfte an zwei Terminen pro Woche angeboten. In der ersten Semesterhälfte findet an diesen Vorlesungsterminen die Lehrveranstaltung „Einführung in den Spannbetonbau“ des B.Sc.-Studiengangs statt.</p> <p><b>Teilmodul Einführung in den Massivbrückenbau:</b> Jedes Wintersemester</p>
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	<p><b>Teilmodul Einführung in den Massivbrückenbau</b></p> <p>Massivbau – Spannbetonkonstruktionen</p>
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p><b>Teilmodul Massivbau – Spannbetonkonstruktionen</b></p> <p>Präsenzzeit: 30 Stunden</p> <p>Selbststudium: 150 Stunden</p>

	<b>Teilmodul Einführung in den Massivbrückenbau</b> Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 150 Stunden
Studienleistungen	<b>Teilmodul Massivbau – Spannbetonkonstruktionen</b> Anfertigen einer Hausübung mit Anwendung ingenieurtypischer Software (ca. 90 Stunden) <b>Teilmodul Einführung in den Massivbrückenbau</b> Bearbeiten einer Hausübung als Gruppenarbeit, Präsentation der Ergebnisse (ca. 90 Stunden)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	<b>Teilmodul Massivbau – Spannbetonkonstruktionen</b> Die Anerkennung der Hausübung ist Voraussetzung bei erstmaliger Teilnahme an der Prüfung. <b>Teilmodul Einführung in den Massivbrückenbau</b> Die Anerkennung der Hausübung ist Voraussetzung bei erstmaliger Teilnahme an der Prüfung.
Prüfungsleistung	<b>Teilmodul Massivbau – Spannbetonkonstruktionen</b> Klausur (120 min.) oder Fachgespräch (45 min.) <b>Teilmodul Einführung in den Massivbrückenbau</b> Fachgespräch (45 min.)
Anzahl Credits für das Modul	12
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Ekkehard Fehling
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Ekkehard Fehling
Medienformen	Tafel- und Computeraufschrieb, Beamerpräsentation
Literatur	<b>Teilmodul Massivbau – Spannbetonkonstruktionen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mehlhorn, Fehling, Jahn, Kleinhenz: Bemessung von Betonbauten im Hoch- und Industriebau, Verlag Ernst &amp; Sohn, ISBN 3-433-02854-0</li> <li>Konrad Zilch, Gerhard Zehetmaier: Bemessung im konstruktiven Betonbau, Springer-Verlag, 2., neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Berlin, Heidelberg, 2010. ISBN 978-3-540-70637</li> <li>Günter Rombach: Spannbetonbau, Verlag Ernst und Sohn, 2. aktual. Auflage, Berlin 2010, ISBN 978-3-433-02911-4</li> </ul> <b>Teilmodul Einführung in den Massivbrückenbau</b>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Leonhardt, F.: Vorlesungen über Massivbau, Teil 6, Berlin: Springer Verlag, 1979. ISBN: 978-3-540-09035-9</li><li>• Holst, K.H.; Holst, R.: Brücken aus Stahlbeton und Spannbeton, 5. Auflage, Berlin: Verlag Ernst und Sohn, 2003.</li><li>• Menn, C.; Brühwiler, E.: Stahlbetonbrücken, 3. akt. und erw. Auflage, Wien: Springer Verlag, 2003.</li><li>• Mehlhorn, G. (Hrsg.): Handbuch Brücken – Entwerfen, Konstruieren, Berechnen, Bauen und Erhalten, Springer Verlag, 2007. ISBN: 3642044220</li></ul>
--	---

## V Kons 2a Holzbau Vertiefung – Berechnungsmethoden für Tragelemente und Verbindungen

Nummer/Code	V Kons 2a
Modulname	V Kons 2a – Holzbau Vertiefung – Berechnungsmethoden für Tragelemente und Verbindungen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden sind in der Lage, vertiefte Kenntnisse zu Tragelementen des Ingenieurholzbaus einschließlich der Verbindungen anzuwenden.</p> <p>Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen der entsprechenden Ingenieurmethoden und sind in der Lage eigene Berechnungsansätze zu entwickeln.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, anderen anhand einfacher Beispiele die Anwendung von Berechnungsmethoden zu erklären.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü
Lehrinhalte	<p>Berechnungsmethoden für Tragelemente und Verbindungen (6 Credits)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbundbauteile <ul style="list-style-type: none"> <li>– aus Holz und Holzwerkstoffen</li> <li>– aus Holz und Beton</li> <li>– Brettsperrholz</li> </ul> </li> <li>• Verbindungen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nägel / Schrauben / Klammern</li> <li>– Querzug</li> <li>– Querzugverstärkungen</li> <li>– Dübel besonderer Bauart</li> <li>– geklebte Verbindungen</li> </ul> </li> <li>• Dynamische Einwirkungen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Schwingungsverhalten von Deckenkonstruktionen</li> <li>– Erdbeben</li> <li>– Ermüdung</li> </ul> </li> </ul>
Titel der Veranstaltungen	Berechnungsmethoden für Tragelemente und Verbindungen
Lehr-/Lernform	Vorlesung, Übung
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	jedes Wintersemester
Sprache	Deutsch (Englisch)
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen	Holzbau Basiswissen
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 66 Stunden Selbststudium: 114 Stunden

Studienleistungen	Teilnahme an drei Tutorien Präsentation zur Lösung einer Modellierungs- und Berechnungsaufgabe
Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfungsleistung	Studienleistungen (s.o.)
Prüfungsleistung	Klausur (120 min)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing Werner Seim
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing Werner Seim, Dr.-Ing. Johannes Hummel
Medienformen	Tafelschrift, Beamer, Smartboard
Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>– Seim, Hummel: Ingenieurholzbau – Basiswissen, Verlag Ernst und Sohn, 2019</li><li>– Seim, Hummel: Ingenieurholzbau – Vertiefung, Verlag Ernst und Sohn, 2020</li><li>– Blaß, Sandhaas: Ingenieurholzbau – Grundlagen der Bemessung, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, 2016</li><li>– Neuhaus: Ingenieurholzbau, Teubner Verlag</li></ul>



**V Kons 2b Holzbau Vertiefung – Tragwerksentwurf und –analyse**

Nummer/Code	V Kons 2b
Modulname	V Kons 2b – Holzbau Vertiefung – Tragwerksentwurf und –analyse
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden sind in der Lage, Holztragwerke mit besonderen Anforderungen wie weitgespannte Hallen oder Brücken einschließlich der erforderlichen Verbindungen und Aussteifungssysteme zu entwerfen, zu bemessen und konstruktiv sicher zu fügen. Sie können interdisziplinäre Grundlagen und Randbedingungen für den Tragwerksentwurf erkennen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, Tragsysteme beispielhafter Referenzobjekte zu analysieren.</p> <p>Die dafür erforderlichen Kenntnisse zur Tragfähigkeit, Stabilität und Gebrauchstauglichkeit von Tragelementen und Verbindungen sowie die erforderlichen baukonstruktiven Kenntnisse werden in ausreichender Tiefe und Breite beherrscht.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, P, W, Ex (4SWS)
Lehrinhalte	<p>Tragwerksentwurf und –analyse (6 Credits)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hallen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Entwurfsgrundlagen</li> <li>– Tragwerke</li> <li>– Details</li> </ul> </li> <li>• Brücken <ul style="list-style-type: none"> <li>– Entwurfsgrundlagen</li> <li>– Tragwerke</li> <li>– Details</li> </ul> </li> <li>• Modellierung von Holztragwerken</li> <li>• Tragwerksentwurf</li> <li>• Tragwerks- und Konstruktionsanalyse</li> </ul>
Titel der Veranstaltung	Tragwerksentwurf und –analyse
Lehr-/Lernform	Vorlesung, Projektbetreuung, Workshop, Exkursion
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebots des Moduls	1 Semester
Häufigkeit des Angebots des Moduls	jedes Sommersemester
Sprache	Deutsch (Englisch)
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Holzbau Basiswissen</li> <li>• Berechnungsmethoden für Tragelemente und Verbindungen</li> </ul>

Voraussetzung für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 40 Stunden Vorbereitung der Prüfungsleistung: 80 Stunden
Studienleistung	–
Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfungsleistung	Teilnahme an der Pflichtexkursion
Prüfungsleistung	Schriftliche Ausarbeitung und Referat in Tragwerks- und Konstruktionsanalyse (20 Stunden) sowie in Tragwerksentwurf und -berechnung (60 Stunden), Fachgespräch (30 min).
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortlicher	Prof. Dr.-Ing Werner Seim
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing Werner Seim, Dr.-Ing. Lars Eisenhut
Medienformen	Tafelschrift, Beamer, Smartboard, PC
Literatur	<ul style="list-style-type: none"><li>– Seim, Hummel: Ingenieurholzbau – Basiswissen, Verlag Ernst und Sohn, 2019</li><li>– Seim, Hummel: Ingenieurholzbau – Vertiefung, Verlag Ernst und Sohn, 2020</li><li>– Blaß, Sandhaas: Ingenieurholzbau – Grundlagen der Bemessung, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, 2016</li><li>– Neuhaus: Ingenieurholzbau, Teubner Verlag</li><li>– Natterer, Herzog, Volz: Holzbau-Atlas, Birkhäuser-Verlag</li></ul>

**V Kons 3a Stahlbau Vertiefung – Dynamik & Stabilität**

Nummer/Code	V Kons 3a
Modulname	Stahlbau Vertiefung – Dynamik Stabilität
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Teilmodul Windingenieurwesen &amp; Tragwerksdynamik (2SWS)</b></p> <p>Im Fach Windingenieurwesen und Tragwerksdynamik werden Schwingungsphänomene behandelt, wie sie an schlanken Stahltragwerken wie Schornsteinen, Masten oder Brücken vorkommen können. Der Schwerpunkt liegt auf den winderregten Schwingungen. Die Studierenden lernen Schwingungsphänomene richtig zu beurteilen.</p> <p><b>Teilmodul Stabilitätstheorie im Stahlbau (2SWS)</b></p> <p>Im Fach Stabilitätstheorie erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse über die Stabilitätsprobleme im Stahlbau. Die Studierenden lernen, Stahlkonstruktionen unter Druckbeanspruchung zu beurteilen, zu entwerfen und zu berechnen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Teilmodul Windingenieurwesen &amp; Tragwerksdynamik</b></p> <p>Bestimmen dynamischer Grundinformationen wie z.B. Eigenfrequenz, Eigenform und Dämpfung von schwingenden Strukturen. Eigenschaften des natürlichen Windes, Theorie der aeroelastischen Schwingungsphänomene wie z.B. Galloping und Flattern.</p> <p><b>Teilmodul Stabilitätstheorie im Stahlbau</b></p> <p>Verzweigungs- und Traglastprobleme für Stäbe und Platten, Energieprinzip, nicht konservative Kräfte, Theorie II. Ordnung, Biegedrillknicken, Plattenbeulen, Normenregelungen</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Windingenieurwesen & Tragwerksdynamik Stabilitätstheorie im Stahlbau
Lehr-/ Lernformen	Vorlesung, Übungen, selbstgesteuertes Lernen in der Vor- und Nachbereitung
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Teilmodul Windingenieurwesen & Tragwerksdynamik jedes Sommersemester Stabilitätstheorie im Stahlbau jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	<p>–Grundlagen des Stahlbaus (Stahlbau I)</p> <p>–Stahl- und Verbundbau (Stahlbau II)</p>

Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<b>Teilmodul Windingenieurwesen &amp; Tragwerksdynamik</b> Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 60 Stunden  <b>Teilmodul Stabilitätstheorie im Stahlbau</b> Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	<b>Teilmodul Windingenieurwesen &amp; Tragwerksdynamik</b> Vorlesungsbegleitend werden Hausübungen ausgegeben und nach der Abgabe testiert. (ca. 15 Stunden)  <b>Teilmodul Stabilitätstheorie im Stahlbau</b> Vorlesungsbegleitend werden Hausübungen ausgegeben und nach der Abgabe testiert. (ca. 15 Stunden)  Klausur (90 min.) oder Fachgespräch (45 min.)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 min.) oder mündliche Prüfung (45 min.) zum Teilmodul Windingenieurwesen & Tragwerksdynamik
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Mathias Clobes
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Mathias Clobes
Medienformen	Projektion, Tafelanschrieb
Literatur	Petersen, C.: Dynamik der Baukonstruktionen, Vieweg Petersen, C.: Statik & Stabilität der Baukonstruktionen, Vieweg Galambos, T. V.: Structural Stability of Steel, Wiley Holmes, J.: Wind Loading of Structures, Spon Press Dyrbye, C. & Hansen, O.: Wind Loads on Structures, Wiley

**V Kons 3b Stahlbau Vertiefung – Brückenbau & Ermüdung**

Nummer/Code	V Kons 3b
Modulname	Stahlbau Vertiefung
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Teilmodul Stahl- und Verbundbrückenbau (2SWS)</b></p> <p>Im Fach Stahl- und Verbundbrückenbau erwerben die Studierenden vertiefte Kenntnisse über den Entwurf und Berechnung von Stahl- oder Verbundbrücken. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, einfache Brückenkonstruktionen aus Stahl oder Stahl-Verbund zu entwerfen und zu berechnen. Dabei werden auch die wesentlichen Normregelungen vermittelt.</p> <p><b>Teilmodul Lebensdauer &amp; Ermüdung (2SWS)</b></p> <p>Im Fach Lebensdauer und Ermüdung erwerben die Studierenden grundlegende Kenntnisse über die Bemessung von Stahlbauteilen unter zyklischer Belastung. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, einfache Ermüdungsnachweise für Stahlkonstruktionen durchzuführen. Dabei werden auch die wesentlichen Normregelungen vermittelt.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Teilmodul Stahl- und Verbundbrückenbau</b></p> <p>Lastmodelle für Straßen-, Eisenbahn- und Fußgängerbrücken, Haupttragssysteme und Querschnitte von Brückenbauwerken, Lager und Lagerung und Montagefragen von Stahl- und Verbundbrückenbauwerken, Normenregelungen</p> <p><b>Teilmodul Lebensdauer &amp; Ermüdung</b></p> <p>Grundlagen der Ermüdung, Schadensakkumulation, Lebensdauervorhersage bei deterministischen Einwirkungen, Nennspannungskonzept, Strukturspannungskonzept, Normenregelungen</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Stahl- und Verbundbrückenbau Lebensdauer & Ermüdung
Lehr-/ Lernformen	Vorlesung, Übungen, selbstgesteuertes Lernen in der Vor- und Nachbereitung
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	jedes Wintersemester
Sprache	deutsch

Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	–Grundlagen des Stahlbaus (Stahlbau I) –Stahl- und Verbundbau (Stahlbau II)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<b>Teilmodul Stahl- und Verbundbrückenbau</b> Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 70 Stunden  <b>Teilmodul Lebensdauer &amp; Ermüdung</b> Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 50 Stunden
Studienleistungen	<b>Teilmodul Stahl- und Verbundbrückenbau</b> Bearbeiten einer Hausübung als Gruppenarbeit, Präsentation der Ergebnisse (ca. 40 Stunden)  <b>Teilmodul Lebensdauer &amp; Ermüdung</b> Vorlesungsbegleitend werden Hausübungen ausgegeben und nach der Abgabe testiert. (ca. 15 Stunden)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Bestandene Studienleistungen
Prüfungsleistung	Klausur (90min) oder mündliche Prüfung (45 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Mathias Clobes
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Mathias Clobes
Medienformen	Projektion, Tafelanschrieb
Literatur	Schleicher, W.: Modellierung und Berechnung von Stahlbrücken, Ernst & Sohn Unterweger, H.: Globale Systemberechnung von Stahl- und Verbundbrücken, TU Graz Haibach, E.: Betriebsfeste Bauteile, Springer Neubereit, H.: Einführung in die Ermüdungsfestigkeit, Hanser Nussbaumer A. et al.: Fatigue Design of Steel and Composite Structures, ECCS

**V Kons 4a Bodenmechanik**

Nummer/Code	V Kons 4 a
Modulname	Bodenmechanik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Bodenmechanik Ergänzungen:</b> 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><b>Bodenmechanisches Laborpraktikum:</b> Von den Studierenden werden bodenmechanische Standardversuche unter Anleitung selbstständig durchgeführt und ausgewertet. Ziel ist das Erlernen des selbstständigen Umgangs mit bodenmechanischen Versuchsapparaturen 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 (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Bodenmechanik Ergänzungen:</b> 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); Baugrunderdynamik; Modellversuche in der Geotechnik.</p> <p><b>Bodenmechanisches Laborpraktikum:</b> Eigenständige Durchführung von geotechnischen Feld- und Laborversuchen: Standardlaborversuche, Ermittlung von Steifigkeitsparametern von Böden (Kompressionsversuche), Ermittlung von Festigkeitsparametern von Böden (Triaxial-</p>

	und Rahmenscherversuche), Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwerts; Plattendruckversuch, Handhabung von Auswertungsprogrammen.
Titel der Lehrveranstaltungen	Bodenmechanik Ergänzungen, Bodenmechanisches Laborpraktikum
Lehr-/Lernformen	Vortrag, Hausübung, selbstständige Ausführung und Auswertung von Laborversuchen, selbstständige Softwareanwendungen am PC
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	Geotechnik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Bodenmechanik Ergänzungen: Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden  Bodenmechanisches Laborpraktikum: Laborpraktikum: 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	<p>Gudehus (1981): Bodenmechanik. Enke Verlag</p> <p>Kolymbas (2011): Geotechnik. 3. Auflage; Springer-Verlag</p> <p>Kolymbas/Herle (2009): Stoffgesetze für Böden. In: Witt (Hrsg.) Grundbau-Taschenbuch. Teil 1; 7. Auflage; Ernst &amp; Sohn</p> <p>Schultze/Muhs (1967): Bodenuntersuchungen für Ingenieurbauten. 2. Auflage, Springer Verlag</p> <p>Von Wolffersdorff/Schweiger (2009): Numerische Verfahren in der Geotechnik. In: Witt (Hrsg.) Grundbau-Taschenbuch. Teil 1; 7. Auflage; Ernst &amp; Sohn</p> <p>Vrettos (2009): Bodendynamik. In: Witt (Hrsg.) Grundbau-Taschenbuch. Teil 1; 7. Auflage; Ernst &amp; Sohn</p>

**V Kons 4b Grundbau**

Nummer/Code	V Kons 4 b
Modulname	Grundbau
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Grundbau Ergänzungen: Die Studierenden erlangen vertiefte Kenntnisse in der Berechnung und Bemessung im Grundbau. Damit soll die Kompetenz zur Lösung geotechnischer Probleme gestärkt werden.</p> <p>Grundbau Seminar: Die Studierenden lernen anhand eines konkreten Bauprojektes, sich selbstständig mit praxisbezogenen geotechnischen Fragestellungen zu beschäftigen. Dabei arbeiten die Studierenden mit in der Praxis gebräuchlichen Berechnungsprogrammen. Durch Seminarvorträge zu einem ausgewählten Thema aus dem Bereich des Grundbaus soll das Erstellen von Präsentationen, das Vortragen vor einer Gruppe und die anschließende Diskussion geschult werden.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, S (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Grundbau Ergänzungen: Berechnung von Flächengründungen nach dem Bettungs- und Steifemodulverfahren; Ergänzungen zur Berechnung und Bemessung von Einzelpfählen (Seitendruck, horizontal belastete Pfähle, negative Mantelreibung); Pfahlgruppen; Kombinierte Pfahl-Plattengründungen; Wasserhaltung; Ergänzungen zur Berechnung und Bemessung von Baugruben (Tiefe Gleitfuge, Verankerungen, Gebrauchstauglichkeit, Bettungsmodulverfahren); Unterfangung und Unterfahrung.</p> <p>Grundbau Seminar: Ausarbeitung zu einem konkreten Bauprojekt (Ermittlung der charakteristischen Bodenkenngößen, Erarbeitung eines Gründungs- und Verbaukonzepts, Setzungsberechnung, Verbaustatik); Durchführung geotechnischer Berechnungen mit EDV-Programmen; Ausarbeitung einer Präsentation zu einem ausgewählten Thema aus dem Grundbau.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Grundbau Ergänzungen, Grundbau Seminar
Lehr-/Lernformen	Vortrag, Hausübung, selbstständige Softwareanwendungen am PC, Seminarvortrag
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen,
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester

Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Geotechnik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>Grundbau Ergänzungen:</p> <p>Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden</p> <p>Grundbau Seminar:</p> <p>Präsenzzeit: 7 Stunden Selbststudium: 83 Stunden</p>
Studienleistungen	Grundbau Ergänzungen: Hausübung (30–60 Stunden)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Grundbau Ergänzungen: Termingerechte Abgabe und erfolgreiche Bearbeitung der Hausübung (30–60 Stunden)
Prüfungsleistung	<p>Grundbau Ergänzungen: Klausur (90 min.)</p> <p>Grundbau Seminar: Bewertete Ausarbeitung zu einem konkreten Bauprojekt, Seminarvortrag inkl. mündliche Prüfung (30 min.)</p>
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.–Ing. Oliver Reul
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.–Ing. Oliver Reul
Medienformen	Beamer, Tafel, Softwareanwendung am PC
Literatur	<p>EAB (2012): Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT). 5. Aufl.; Ernst &amp; Sohn</p> <p>EAP (2012): Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT). 2. Aufl.; Ernst &amp; Sohn</p> <p>EAU (2004): Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT). 10. Aufl.; Ernst &amp; Sohn</p> <p>Herth/Arndts (1994): Theorie und Praxis der Grundwasserabsenkung. 3. Auflage</p>

	<p>Kempfert/Raithel (2012): Bodenmechanik und Grundbau. Band 1: Bodenmechanik und Band 2: Grundbau. 3. Auflage; Bauwerk Verlag</p> <p>Randolph/Gourvenec (2011): Offshore Geotechnical Engineering. Spon Press</p> <p>Reul (2000): In-situ-Messungen und numerische Studien zum Tragverhalten der Kombinierten Pfahl-Plattengründung. Mitteilungen des Instituts und der Versuchsanstalt für Geotechnik der TU Darmstadt, Heft 53</p> <p>Schuppner (2012): Kommentar zum Handbuch Eurocode 7 – Geotechnische Bemessung – Allgemeine Regeln. Ernst &amp; Sohn</p> <p>Weißbach/Hettler (2011): Baugruben – Berechnungsverfahren. 2. Auflage; Ernst &amp; Sohn</p> <p>Witt (Hrsg.) (2009): Grundbau-Taschenbuch, Teile 1 – 3. 7. Auflage, Ernst &amp; Sohn</p> <p>Ziegler (2012): Geotechnische Nachweise nach EC7 und DIN 1054. 3. neu bearbeitete Auflage; Ernst &amp; Sohn</p>
--	--

**V Kons 5 a Finite-Element-Methoden in der Baustatik I**

Nummer/Code	V Kons 5a und V NumTrag 2a
Modulname	Finite-Element-Methoden in der Baustatik I
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	In diesem Modul haben die Studierenden die lineare und geometrisch nichtlineare Finite-Element-Methode im Kontext unterschiedlicher Kontinuums- und Strukturelemente kennengelernt. Sie sind in der Lage für baupraktisch relevante Tragwerke ein geeignetes FE-Modell zu erstellen und damit lineare und nichtlineare baustatische Analysen durchzuführen. Sie haben gelernt, welche Möglichkeiten es zur Steuerung dieser Analysen gibt.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Teil 1 – Einführung: Finite-Element-Methode im Überblick, Modularer Aufbau eines FE-Codes.</p> <p>Teil 2 – Theoretische Grundlagen: Einführung in die nichtlineare Kontinuumsmechanik und in die Variationsrechnung, Methoden zur Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme</p> <p>Teil 2 – Herleitung linearer und geometrisch nichtlinearer Finite Elemente: Kontinuumselemente (Stab-, Scheiben und Volumenelemente) und Strukturelemente (Balken-, Platten- und Schalenelemente)</p> <p>Teil 3 – Geometrisch nichtlineare FE-Analyse: große Verformungen, Grenzpunkte, Stabilitätspunkte, Durchschlagen, Stabknicken, Platten- und Schalenbeulen</p> <p>Teil 4 – Strategien zur Steuerung nichtlinearer FE-Codes</p> <p>Teil 5 – Vernetzung</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Finite-Element-Methoden in der Baustatik I
(Lehr- / Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vorlesung, Übung
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	Baustatik I, Baustatik II, Nichtlineare Stabtragwerke
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	6 Hausübungen (semesterbegleitend)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	erfolgreicher Abschluss der Studienleistung
Prüfungsleistung	Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (45 Minuten)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jens Wackerfuß
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Jens Wackerfuß
Medienformen	Beamerpräsentation, Tablet PC, Tafel- und Computeraufschrieb, Internet Plattform Moodle
Literatur	Wackerfuß, J., Vorlesungsmanuskript; Knothe, K., Wessels, H., Finite Elemente – Eine Einführung für Ingenieure, Springer Vieweg, 2017; Wrigger, P., Nichtlineare Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, 2001; de Borst R., Crisfield, M.A., Remmers, J.J., Verhoosel C.V. Nichtlineare Finite-Elemente-Analyse von Festkörpern und Strukturen, Wiley-VCH, 2014; Belytschko T., Liu W.K., Moran, B., Nonlinear Finite Elements für Continua and Structures, Wiley, 2003.

**V Kons 5 b Materialmodelle I**

Nummer/Code	V Kons 5b und V NumTrag 2b
Modulname	Materialmodelle I
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	In diesem Modul haben die Studierenden mathematische Modelle zur Beschreibung von unterschiedlichen – in der Baupraxis eingesetzten – elastischen und inelastischen Materialien kennengelernt. Sie haben gelernt, wie im Rahmen einer kontinuumsmechanischen Betrachtung die jeweiligen Materialgleichungen hergeleitet werden und welche Bedeutung die darin auftretenden Parameter haben. Die Studierenden sind in der Lage die in Softwarepaketen zur Verfügung gestellten Materialmodelle kritisch zu bewerten, deren Parameter zu interpretieren und sicher im Rahmen der Tragwerksanalyse einzusetzen.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Teil 1 – Einführung: Klassifizierung von Materialverhalten; Materialien in der Baupraxis; Allgemeines zur Modellierung von Materialien; Einführung in die Kontinuumsmechanik und in die Materialtheorie.</p> <p>Teil 2 – Modelle für elastische Materialien: lineare isotrope Elastizität, lineare anisotrope Elastizität (Transversalisotropie, Orthotropie), Viskoelastizität, Verfahren zur Ermittlung der Materialparameter</p> <p>Teil 3 – Modelle für inelastische Materialien: Elastoschädigung, Elastoplastizität (isotrope und kinematische Verfestigung)</p> <p>Teil 4 – Materialmodelle im Kontext kommerzieller Baustatik-Software</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Materialmodelle I
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung, Übung
Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester

Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Baustatik I, Baustatik II, Nichtlineare Stabtragwerke
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	6 Hausübungen (semesterbegleitend)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	erfolgreicher Abschluss der Studienleistung
Prüfungsleistung	Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (45 Minuten)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jens Wackerfuß
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Jens Wackerfuß
Medienformen	Beamerpräsentation, Tablet PC, Tafel- und Computeraufschrieb, Internet Plattform Moodle
Literatur	Wackerfuß, J., Vorlesungsmanuskript; Wrigger, P., Nichtlineare Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, 2001; de Borst R., Crisfield, M.A., Remmers, J.J., Verhoosel C.V. Nichtlineare Finite-Elemente-Analyse von Festkörpern und Strukturen, Wiley-VCH, 2014; Belytschko T., Liu W.K., Moran, B., Nonlinear Finite Elements für Continua and Structures, Wiley, 2003; Simo J.C., Hughes, T.J.R., Computational Inelasticity, Springer, 1997.



## **Module aus der Ergänzung der Vertiefung Konstruktiver Ingenieurbau**

**E Kons 1 Ausgewählte Kapitel aus dem Stahlbau**

Nummer/Code	E Kons 1
Modulname	Ausgewählte Kapitel aus dem Stahlbau
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Teilmodul Stahlleichtbau (1SWS)</b></p> <p>Im Fach Stahlleichtbau werden die Grundlagen für die Berechnung von dünnwandigen Konstruktionselementen gelehrt, wie sie im Industriebau als Trapezbleche, Sandwichelemente oder Z-Pfetten häufig vorkommen. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, entsprechende Konstruktionen zu entwerfen und zu berechnen. Dabei werden auch die wesentlichen Normregelungen vermittelt.</p> <p><b>Erhalt von Stahlbaukonstruktionen (2SWS)</b></p> <p>Im Zuge der Lehrveranstaltung lernen die Studierenden alte Stahlbaukonstruktionen bezüglich einer Weiternutzung zu bewerten. Sie lernen die Besonderheiten bei den Materialeigenschaften alter Stähle ebenso kennen, wie historische Bauweisen und Verbindungstechniken.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (3 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Teilmodul Stahlleichtbau</b></p> <p>Nachweiskonzepte für Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von dünnwandigen Stahlkonstruktionen. Ausnutzung überkritischer Tragreserven, Konstruktion</p> <p><b>Teilmodul Erhalt von Stahlbaukonstruktionen</b></p> <p>Schweißbeignung alter Stähle, Alterung, Zustandsaufnahme und Bewertung alter Stahlkonstruktionen, Niete, Gusseiserne Konstruktionen, Historische Konstruktionen und Bauverfahren, Instandsetzung,</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	<p>Stahlleichtbau</p> <p>Erhalt von Stahlbaukonstruktionen</p>
Lehr-/ Lernformen	<p>Vorlesung, Übungen, selbstgesteuertes Lernen in der Vor- und Nachbereitung</p> <p>Vortrag, Studienarbeit als Gruppenarbeit</p>
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	<p>Teilmodul Stahlleichtbau jedes Sommersemester</p> <p>Teilmodul Erhalt von Stahlbaukonstruktionen jedes Wintersemester</p>
Sprache	deutsch

Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	–Grundlagen des Stahlbaus (Stahlbau I) –Stahl- und Verbundbau (Stahlbau II) –Stabilitätstheorie –Lebensdauer & Ermüdung
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<b>Teilmodul Stahlleichtbau</b> Präsenzzeit: 15 Stunden Selbststudium: 45 Stunden  <b>Teilmodul Erhalt von Stahlbaukonstruktionen</b> Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 90 Stunden
Studienleistungen	<b>Teilmodul Stahlleichtbau</b> Vorlesungsbegleitend werden Hausübungen ausgegeben und nach der Abgabe testiert. (ca. 20 Stunden)  <b>Teilmodul Erhalt von Stahlbaukonstruktionen</b> Bearbeiten einer Hausübung als Gruppenarbeit, Präsentation der Ergebnisse (ca. 50 Stunden) Fachgespräch (45 min.)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Teilmodul Stahlleichtbau: Klausur (45 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Mathias Clobes
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Mathias Clobes
Medienformen	Projektion, Tafelanschrieb
Literatur	Petersen, C.: Stahlbau, Vieweg Möller, R. et al.: Planen und Bauen mit Trapezprofilen und Sandwichelementen, Ernst & Sohn Yu, W.-W.: Cold-Formed Steel Design, Wiley Käßplein, R.: Historische Eisen- und Stahlkonstruktionen, KIT

**E Kons 2 Bauwerkserhaltung**

Nummer/Code	E Kons 2
Modulname	Bauwerkserhaltung
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden sind in der Lage, Baumaßnahmen im Bestand vorzubereiten und fachlich zu begleiten. Sie sind mit den grundlegenden Arbeitsschritten der statisch-konstruktiven Bewertung vertraut und haben Detailkenntnisse zu Untersuchungs- und Instandsetzungsmaßnahmen erworben.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü, P/i, EX (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>In einem ersten Teil der Vorlesung werden Grundkenntnisse zu Baustoffen und Konstruktionsarten vermittelt, die heute nicht mehr gebräuchlich sind. Dazu zählen gemauerte Bögen und historische Dachtragwerke genauso, wie Hohlkörperdecken und Stahlbetonkonstruktionen, die mit Stahl I bewehrt wurden. Besonderheiten der statisch-konstruktiven Analyse bestehender Bauwerke, die Bewertung von Eingriffen in die Tragstruktur sowie der Entwurf und die Dimensionierung von Verstärkungsmaßnahmen werden ausführlich behandelt.</p> <p>Nachdem in die Verfahren der Schadensaufnahme und -dokumentation eingeführt wurde, werden in einem zweiten Teil der Vorlesung typische Schadensbilder und deren Ursachen erläutert. Darauf aufbauend werden die Themen Bewertung und Instandsetzung von Rissen, Ergänzung von Materialverlust, Reparatur und Austausch überlasteter Bauteile sowie Fragen der bauphysikalischen Instandsetzung ausführlich behandelt.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	
Lehr-/Lernformen	Vorlesung, Übungen und Praktikum z.T. in Gruppenarbeit; selbstgesteuertes Lernen in der Vor- und Nachbereitung von Lehrinhalten
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	Holz- und Mauerwerksbau Grundlagen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden Präsenzzeit
Studienleistungen	Teilnahme an Übungen und Praktikum, Exkursion

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	mündliche Prüfung (30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Werner Seim
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Werner Seim, Dr.-Ing. Ulrich Huster
Medienformen	Tafelanschrift, Beamer
Literatur	Vorlesungsfolien zur Veranstaltung Seim, W.: Bewerten und Verstärken von Stahlbetontragwerken, Verlag Ernst & Sohn Raupach, M., Orlowsky, J.: Erhaltung von Betonbauwerken, Verlag Vieweg+Teubner

**E Kons 3 Sonderkapitel und Numerische Methoden des Massivbaus**

Nummer/Code	E Kons 3
Modulname	<b>Sonderkapitel des Massivbaus und Numerische Methoden des Massivbaus</b>
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Das Modul gibt einen Einblick in besondere Fragestellungen aus dem Bereich des Massivbaus sowie des konstruktiven Glasbaus. Es dient der Vertiefung von Kenntnissen und Fähigkeiten für besondere Konstruktionen des Massivbaus. Die Studierenden sollen u. a. mit modernen nichtlinearen Berechnungsverfahren für Tragwerke des Massivbaus vertraut gemacht werden und lernen, diese an überschaubaren Aufgaben anzuwenden sowie die dabei erhaltenen Ergebnisse bewerten zu können.
Lehrveranstaltungsarten	VL (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Sonderkapitel des Massivbaus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtlineares Verhalten von Stahlbetonstrukturen (bei statischer und dynamischer Belastung, z.B. im Fall von Erdbeben, Anprall)</li> <li>• Stabilitätsprobleme im Stahlbeton- und Spannbetonbau</li> <li>• Befestigungstechnik</li> <li>• Zwangsbeanspruchung bei Hochbaukonstruktionen (z.B. lange, fugenlose Bauten)</li> <li>• Weiße Wanne</li> <li>• Betonbauten für den Umweltschutz</li> <li>• Hochfester und Ultrahochfester Beton</li> <li>• Hochhäuser, Türme und Masten, Windenergieanlagen</li> <li>• Bauteile aus Faserbeton</li> <li>• Glasbau</li> <li>• Aktuelle Fragen und Ergebnisse aus der Forschung</li> </ul> <p><b>Numerische Methoden des Massivbaus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Berechnung von Stahlbetonflächen-tragwerken (FEM)</li> <li>• Werkstoffverhalten (ein- und mehraxiale Spannungszustände)</li> <li>• Beton-, Stahl- und Verbundelemente</li> <li>• Modellierung der Rissbildung</li> <li>• Numerische Behandlung bei Scheiben-, Platten- und Schalentragsystemen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plastizitätstheoretische Grundlagen für die Berechnung von Stahlbetonflächentragwerken</li> <li>• Bruchmechanik bei Stahlbeton</li> <li>• Anwendung in Forschung und Praxis</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Sonderkapitel des Massivbaus Numerische Methoden des Massivbaus
Lehr-/Lernformen	Vortrag, Hausübungen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Sonderkapitel des Massivbaus: Jedes Sommersemester Numerische Methoden des Massivbaus: Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	<b>Sonderkapitel des Massivbaus</b> Massivbau – Konstruktionen <b>Numerische Methoden des Massivbaus</b> Baustatik III, Flächentragwerke, FEM
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<b>Sonderkapitel des Massivbaus</b> Präsenzzeit;: 30 Stunden Selbststudium: 60 Stunden <b>Numerische Methoden des Massivbaus</b> Präsenzzeit;: 30 Stunden Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	<b>Numerische Methoden des Massivbaus</b> Hausübungen (30–60 Stunden), Fachgespräch (45 min).
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	<b>Teilmodul Numerische Methoden des Massivbaus</b> Bearbeiten von Hausübungen (30–60 Stunden) ist Voraussetzung bei erstmaliger Teilnahme an der Prüfung.
Prüfungsleistung	<b>Sonderkapitel des Massivbaus</b> Fachgespräch (45 min.) <b>Numerische Methoden des Massivbaus</b>

	Fachgespräch (45 min.) Studienleistung)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Ekkehard Fehling
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.- Ing. Ekkehard Fehling, Dipl.-Ing Roland Vollmar M.Sc. (Glasbau)
Medienformen	Tafel- und Computeraufschrieb, Beamerpräsentation
Literatur	<p><b>Sonderkapitel des Massivbaus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehlhorn, Fehling, Jahn, Kleinhenz: Bemessung von Betonbauten im Hoch- und Industriebau, Verlag Ernst &amp; Sohn, ISBN 3-433-02854-0</li> <li>• Schlaich, J.; Schäfer, K.: Konstruieren im Stahlbetonbau, in: Betonkalender 2001, Teil 2, Verlag Ernst und Sohn</li> <li>• TRLV – Technische Regeln für die Verwendung von linienförmigen Verglasungen, TRAV – Technische Regeln für die Verwendung von absturzsichernden Verglasungen, TRPV – Technische Regeln für die Bemessung und Ausführung punktförmig gelagerter Verglasungen</li> </ul> <p><b>Numerische Methoden des Massivbaus</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehlhorn, G.; Kollegger, L.: Anwendung der Finite Elemente Methode im Stahlbetonbau, in: DER INGENIEURBAU (Hrsg. Mehlhorn, G.), Band: Rechnerorientierte Baumechanik, Berlin: Verlag Ernst und Sohn, 1995.</li> <li>• Rombach, G.: Anwendung der Finite-Elemente-Methode im Betonbau – Fehlerquellen und ihre Vermeidung, Berlin: Verlag Ernst und Sohn, 2007. ISBN 3-433-01701-8</li> </ul>



**E Kons 4 Spezialfragen der Geotechnik 1**

Nummer/Code	E Kons 4
Modulname	Spezialfragen der Geotechnik 1
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Spezialtiefbau:</b> Ziel der Veranstaltung ist die Vermittlung von Fach- und Methodenkompetenz zur selbstständigen Problemlösung im Bereich des Spezialtiefbaus. Hierzu werden dem Studierenden Verfahren vermittelt, die bei unterschiedlichen Problemstellungen im Bereich des Spezialtiefbaus zum Einsatz kommen können. Der Studierende wird in die Lage versetzt, über den zielorientierten Einsatz von geotechnischen Maßnahmen zu entscheiden und deren Herstellung, Berechnung und Qualitätssicherung entsprechend dem aktuellen Stand der Technik durchzuführen.</p> <p><b>Tunnelbau:</b> Den Studierenden werden die Arbeitsweisen der Felsmechanik vorgestellt. Die Studierenden sollen die Fähigkeit zur ingenieurtechnischen Beurteilung von Ausführungsvarianten im Tunnelbau erhalten und Grundkenntnisse in der Planung von Tunnelbauwerken erwerben.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, EX (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Spezialtiefbau:</b> Baugrundverbesserungsmaßnahmen; Injektionen; Bodenvereisung; Geokunststoffe; Herstellungsverfahren und Ergänzungen zu Einzelpfählen (Verdrängungspfähle, Mikropfähle, Pfahlprobabelastungen, Qualitätssicherung); Herstellungsverfahren und Baustoffe für Schlitz- und Dichtwände; Flüssigkeitsstützung von Erdwänden.</p> <p><b>Tunnelbau:</b> Grundsätze der Spritzbetonbauweise (NÖT, NATM); Grundsätze des maschinellen Tunnelbaus mit Tunnelbohrmaschinen (TBM); Baustoffe; Sicherungstechnik; Standsicherheitsuntersuchungen für Tunnelbauwerke in Boden und Fels; Tunnelbautechnische Messungen; Tunnelbautechnische Kartierungen; Grundbegriffe der Felsmechanik; Ausbruchsklassifizierung; Grundsätze zur Planung von Tunnelbauwerken.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Spezialtiefbau, Tunnelbau
Lehr-/Lernformen	Vortrag, Hausübung, Exkursion

Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen,
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester Spezialtiefbau: Jedes Sommersemester Tunnelbau: Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Geotechnik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Spezialtiefbau: Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden Tunnelbau: Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden
Studienleistungen	Spezialtiefbau: Vorlesungsbegleitend wird eine Hausübung (30–60 Stunden) ausgegeben und nach der Abgabe testiert. Tunnelbau: Vorlesungsbegleitend wird eine Hausübung (30–60 Stunden) ausgegeben und nach der Abgabe testiert.
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Spezialtiefbau: Termingerechte Abgabe und erfolgreiche Bearbeitung der Hausübung. Tunnelbau: Termingerechte Abgabe und erfolgreiche Bearbeitung der Hausübung.
Prüfungsleistung	Spezialtiefbau: Klausur:(90 min.) Tunnelbau: Klausur (90 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.–Ing. Oliver Reul
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.–Ing. Oliver Reul; Dr.–Ing. Christian Wawrzyniak

Medienformen	Beamer, Tafel, Lehrfilm
Literatur	<p>EAP (2012): Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT). 2. Aufl.; Ernst &amp; Sohn</p> <p>Maidl (2004): Handbuch des Tunnel- und Stollenbaus. Band I und II; 3. Auflage; Verlag Glückauf</p> <p>Witt (Hrsg.) (2009): Grundbau-Taschenbuch. Teile 1 – 3; 7. Auflage; Ernst &amp; Sohn</p> <p>Wittke (1984): Felsmechanik. Springer Verlag</p>

**E Kons 5 Spezialfragen der Geotechnik 2**

Nummer/Code	E Kons 5
Modulname	Spezialfragen der Geotechnik 2
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Oberflächennahe Geothermie:</b> Die Studierenden erlernen Grundkenntnisse in der Konzeption, Planung und Bemessung von geothermischen Anlagen. Ein weiteres Lernziel ist die Anwendung der grundlegenden Berechnungsverfahren.</p> <p><b>Umweltgeotechnik:</b> Den Studierenden wird geotechnisches Fachwissen für die Untersuchung, Planung und technisch-wirtschaftliche Bewertung von Maßnahmen und Anlagen im Bereich Altlastensicherung und Altlastensanierung vermittelt. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Lösungen zur Sicherung und Sanierung von Altlasten selbstständig zu erarbeiten und zu bewerten. Ziel ist die Erlangung von Fach- und Methodenkompetenz für geotechnische Problemstellungen beim Bau und Betrieb von Anlagen im Umweltbereich (Altlasten- und Deponieerkundung, Deponieüberwachung und Sanierung).</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, EX (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Oberflächennahe Geothermie:</b> Begriffsdefinitionen; Stellung der Geothermie im Spektrum der Erneuerbaren Energien; Grundlagen des Energieangebots der Geothermie; Rechtliche Randbedingungen; Technische Baugrundausrüstung (TBA); Technische Gebäudeausrüstung (TGA); Geothermische Felderkundung.</p> <p><b>Umweltgeotechnik:</b> Nationale und europäische Deponierichtlinien; Geotechnische Aspekte der Abfallgesetze; Konstruktiver Aufbau und Anforderungen an Deponien; Dichtungssysteme; Mechanische Eigenschaften und Stoffverhalten von Abfall und Verbrennungsrückständen; Berechnungen von Deponiesickerleitungen; Setzungen und Sicherheitsnachweise von Deponien; Erkundung von Altlasten; Sicherung und Sanierung von Altlasten mit geotechnischen Verfahren, Dichtwände, Geokunststoffdichtungen.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Oberflächennahe Geothermie, Umweltgeotechnik
Lehr-/Lernformen	Vortrag, Hausübung, Exkursion

Verwendbarkeit des Moduls	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	Geotechnik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>Oberflächennahe Geothermie: Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden</p> <p>Umweltgeotechnik: Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden</p>
Studienleistungen	<p>Oberflächennahe Geothermie: Vorlesungsbegleitend wird eine Hausübung (30–60 Stunden) ausgegeben und nach der Abgabe testiert.</p> <p>Umweltgeotechnik: Vorlesungsbegleitend wird eine Hausübung (30–60 Stunden) ausgegeben und nach der Abgabe testiert.</p>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	<p>Oberflächennahe Geothermie: Termingerechte Abgabe und erfolgreiche Bearbeitung der Hausübung.</p> <p>Umweltgeotechnik: Termingerechte Abgabe und erfolgreiche Bearbeitung der Hausübung.</p>
Prüfungsleistung	<p>Oberflächennahe Geothermie: Klausur (90 min.)</p> <p>Umweltgeotechnik: Klausur (90 min.)</p>
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
-----------	--

---

**E Kons 6 Vorbeugender Brandschutz**

Nummer/Code	E Kons 6
Modulname	Vorbeugender Brandschutz
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul“
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen des vorbeugenden Brandschutzes und sind in der Lage, die Planung von brandschutztechnischen Anlagen nachzuvollziehen und sachgerecht zu beurteilen.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (2 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Brandschutzes <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brandschutzrecht</li> <li>- Bauordnungen, Gesetze, Richtlinien, Verordnungen</li> </ul> </li> <li>• Chemisch-physikalische Grundlagen des Brennens und Löschens</li> <li>• Baulicher Brandschutz</li> <li>• Anlagentechnischer Brandschutz</li> <li>• Organisatorischer Brandschutz</li> <li>• Planungsbeispiele an Großprojekten</li> <li>• geplante Ortstermine <ul style="list-style-type: none"> <li>- Besichtigung von Großprojekten (evtl. Baustellentermine)</li> <li>- Berufsfeuerwehr Kassel</li> </ul> </li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Vorbeugender Brandschutz
Lehr-/Lernformen	Vorlesung, Übung,
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 60 Stunden

Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (60 min.)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Werner Seim
Lehrende des Moduls	Dipl.-Ing. Lothar Hügin
Medienformen	Tafelanschrift, Beamer
Literatur	Literatur wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben



## Vertiefung Verkehr – Studieninformationen

In der Vertiefung Verkehr sind die Vertiefungsfächer V Ver 1 und V Ver 2 im Umfang von jeweils 12 Credits zu belegen.

V Ver 1a	Planung des ÖPNV
V Ver 1b	Modellierung der Verkehrsnachfrage
V Ver 2a	Verkehrstechnik II
V Ver 2b	Telematikunterstützter Personen- und Güterverkehr

Im Wahlpflichtbereich "Ergänzung der Vertiefung" sind Lehrveranstaltungen im Umfang von insgesamt von 18 Credits aus folgender Auswahl zu belegen:

E Ver 1	Praxisseminar Verkehrserhebungen
E Ver 2	Bahnbau und Bahnbetrieb
E Ver 3	Ingenieurvermessung und Geoinformationssysteme
E Ver 5	Vertiefung Straßenentwurf
E Ver 6	ÖPNV-Recht
E Ver 7	Wirtschaft im ÖPNV
E Ver 8	Betrieb und Technik des ÖPNV
E Ver 9	Mobilitätsverhalten und Mobilitätskultur
E Ver 10	Gestaltung von Rad- und Fußverkehrsanlagen
E Ver 11	Nachhaltige Nahmobilität
E Ver 12	Aktuelle Themen der nachhaltigen Mobilität
V Stra 1a	Konstruktiver Verkehrswegebau
E Ver 13	Straßenverkehrsrecht

Im Wahlpflichtbereich "Bauingenieurwesen" mit einem Umfang von insgesamt 12 Credits gilt für die Vertiefung "Verkehr" folgende Regelung:

- Wenn im Bachelor-Studiengang bereits der Schwerpunkt Verkehr gewählt wurde: Wahl eines Moduls à 12 C oder zweier Module à 6 C aus dem Lehrangebot der Vertiefungen Baubetrieb/Baumanagement, Konstruktiver Ingenieurbau, Numerische Methoden der Tragwerksanalyse, Verkehrswegebau und Geotechnik, Wasser oder Werkstoffe aus dem Master-Studiengang Bauingenieurwesen (inklusive optional der korrespondierenden Schwerpunktmodule aus dem Bachelor-Studium).
- Wenn im Bachelorstudiengang ein anderer Schwerpunkt belegt worden ist: SP Ver I und SP Ver II aus dem Schwerpunkt Verkehr des Bachelor-Studiengangs.

Folgende Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Schlüsselqualifikationen sind für die Vertiefung sinnvoll:

- Bauordnungsrecht
  - Privates Baurecht
  - Technisches Englisch
  - Machen! Experimente in der Ideenwerkstatt
  - Projektmanagement
  - Umweltwissen, Umweltwahrnehmung, Umweltverhalten
-

- Landschafts- und Naturschutzrecht

Dabei ist zu beachten, dass die entsprechenden Lehrveranstaltungen nicht bereits im Bachelor-Studium belegt worden sind; eine Doppelanrechnung ist nicht möglich.

**Zu den Modulprüfungen des Masterstudiums kann nur zugelassen werden, wer ein Beratungsangebot zur Studienplanung durch eine/n vom Prüfungsausschuss benannten Berater bzw. Beraterin nachweisen kann. Das Ergebnis der Beratung ist in einem Studienplan zu dokumentieren und vom Berater bzw. der Beraterin zu genehmigen (vgl. §8, Abs. 5 der Fachprüfungsordnung für den Masterstudiengang Bauingenieurwesen)**

---

## Vertiefungsfächer Verkehr

**V Ver 1 a Planung des ÖPNV**

Nummer/Code	V Ver 1 a (Bau) / M 1.5.3 (Umwelt) / ÖV 1 (MoVIn)
Modulname	Planung des ÖPNV
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse bei der Planung des Öffentlichen Personennahverkehrs erhalten. Sie kennen die wesentlichen Angebotsformen öffentlicher Verkehrssysteme, Angebots- und Nachfragekenngrößen sowie die Methoden der Nahverkehrs- und Angebotsplanung und können diese selbstständig anwenden.</p> <p>Die Studierenden können selbstständig und in der Gruppe eine verkehrsplanerische Aufgabe im ÖPNV erfolgreich bearbeiten. Die erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen befähigen zur Problemlösung in der Gruppe sowie zur Präsentation der Ergebnisse nach außen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü, S (3 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Begriffsbestimmungen, Akteure im ÖPNV, Organisation des ÖPNV</li> <li>– Vorstellung der Hausarbeit, Einteilung in Gruppen</li> <li>– Fahrgastnachfrage, Kenngrößen und Strukturen</li> <li>– ÖPNV-Angebot, Kenngrößen und Standards</li> <li>– Nahverkehrsplanung</li> <li>– Angebotsplanung</li> <li>– Kapazitätsplanung</li> <li>– Angebotsformen im ÖPNV</li> <li>– Bedarfsverkehre</li> <li>– Dimensionierung eines Bedarfsverkehrs</li> <li>– Sharing-Angebote</li> <li>– Präsentation (15 Minuten) der Zwischenergebnisse der Hausarbeit im Januar</li> <li>– Fernbus</li> <li>– Präsentation (15 Minuten) der Ergebnisse der Hausarbeit (vsl. Ende Februar)</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Planung des ÖPNV
Lehr-/Lernformen	<p>Vorlesung, Projektlernen, Gruppenarbeit.</p> <p>Die Leistungserbringung erfolgt in Kleingruppen (3 bis 5 Personen), die von den Lehrpersonen auf Basis bisheriger Kenntnisse (z.B. durch Abfrage des Bachelorstudiengangs oder bereits absolvierter Module) eingeteilt werden. Es gibt</p>

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

**V Ver 1b Modellierung der Verkehrsnachfrage**

Nummer/Code	V Ver 1 b
Modulname	Modellierung der Verkehrsnachfrage
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse bei den Ursachen der Mobilität und in der Modellierung der Verkehrsnachfrage erhalten. Sie kennen die wesentlichen Modelltypen und können diese sowohl mittels eigener Rechnungen als auch auf Basis von Planungssoftware anwenden.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig und in Teamarbeit Aufgaben bei der Erstellung eines EDV-gestützten Verkehrsnachfragemodells zu lösen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü, S (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Theorie der Verkehrsplanung</p> <p>Mobilität, Determinanten der Verkehrsnachfrage, Verkehrserzeugung, Wegekettensmodell, Entscheidungsmodelle, Verkehrszielwahlmodelle, Verkehrsmittelwahlmodelle, Umlegungsmodelle</p> <p>IT-Anwendungen in der Verkehrsplanung</p> <p>Anhand eines konkreten Planungsbeispiels werden die wesentlichen Schritte bei der Erstellung eines Verkehrsnachfragemodells sowie die Grundlagen und die Anwendung der EDV-Software für Verkehrsplanungszwecke (VISEM, VISUM) behandelt.</p>
Titel der Lehrveranstaltung	Modellierung der Verkehrsnachfrage
Lehr-/Lernformen	Vorlesung, Gruppenarbeit, Projektlernen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bau- 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: 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.

**V Ver 2a Verkehrstechnik II**

Nummer/Code	V Ver 2 a
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"> <li>• Ziele, Möglichkeiten und Grundlagen der kollektiven Verkehrsbeeinflussung</li> <li>• Verkehrsrechnerzentralen</li> <li>• Knotenpunktbeeinflussung</li> <li>• Streckenbeeinflussung</li> <li>• Netzbeeinflussung</li> <li>• Tunnelsteuerung</li> <li>• Parkleitsysteme</li> </ul> <p>Verkehrssimulation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundprinzipien der Modellierung und Simulation des Straßenverkehrs</li> <li>• Makroskopische Verkehrsflussmodelle</li> <li>• Mikroskopische Verkehrsflussmodelle</li> <li>• Modellierung des Fahrer-Fahrzeugverhaltens</li> <li>• Datenversorgung von Simulationsmodellen</li> <li>• Kalibrierung und Validierung</li> <li>• Durchführung einer Simulationsstudie</li> </ul> <p>Im praktischen Teil wird mit einer Simulationssoftware ein mikroskopisches Verkehrsflussmodell erstellt, mit dessen</p>



	Hilfe verschiedene Varianten von verkehrsabhängigen Lichtsignal-steuerungen vergleichend bewertet werden.
Titel der Lehrveranstaltungen	Kollektive Leitsysteme Verkehrssimulation
Lehr-/Lernformen	Projektlernen, Simulationsmodellerstellung
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	Verkehrstechnik I
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 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.

**V Ver 2b Telematikunterstützter Personen- und Güterverkehr**

Nummer/Code	V Ver 2 b
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"> <li>• Aufgaben und Strukturen der Logistik</li> <li>• Systemtheoretische Grundlagen</li> <li>• Einführung in die Planung logistischer Systeme</li> <li>• Transportgut, Verpackung, Ladeinheit, Umschlag</li> <li>• Straßengüterverkehr</li> <li>• Schienengüterverkehr</li> <li>• See- und Binnenschiffsverkehr</li> <li>• Kombinierte Verkehr und Schnittstellen</li> <li>• Informationslogistik</li> </ul> <p>Individuelle Leitsysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziele, Möglichkeiten und Grundlagen der individuellen dynamischen Verkehrsbeeinflussung</li> <li>• Telematikanwendungen im Personen- und Güterverkehr</li> <li>• Positionsbestimmung und dynamische Zielführung</li> <li>• Geographische Referenzierung und digitale Karten</li> <li>• Flottenmanagement</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strategien der öffentlichen Hand</li> <li>• Nachfragesteuerung durch Road Pricing</li> <li>• Kommunikation mit Verkehrsteilnehmern</li> <li>• Architektur ausgewählter Systeme</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Transportlogistik Individuelle Leitsysteme
Lehr-/Lernformen	Projektlernen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bau- 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; 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	2 Fachgespräche ( je 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.

## **Module aus der Ergänzung der Vertiefung Verkehr**

**E Ver 1 Seminar Empirische Verkehrsplanung**

Nummer/Code	E Ver 1
Modulname	Seminar Empirische Verkehrsplanung
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Im Rahmen dieses Seminars haben die Studierenden gelernt, wie eine konkrete Verkehrserhebung vorbereitet, durchgeführt und ausgewertet wird. Sie können Erhebungs-, Stichproben- und Verfahren der Datenbearbeitung und -auswertung auf eine konkrete Aufgabenstellung anwenden.</p> <p>Die Arbeit erfolgt weitgehend selbstständig in Kleingruppen, ggf. in Abstimmung mit einem Praxispartner.</p>
Lehrveranstaltungsarten	PS (4 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vorstellung der Erhebungsaufgabe, Einteilung in Gruppen,</li> <li>– Planung und organisatorische Vorbereitung der Erhebung,</li> <li>– Erstellung der Erhebungsunterlagen (inkl. Pretest),</li> <li>– Durchführung der Erhebung,</li> <li>– Dateneingabe und -aufbereitung,</li> <li>– Auswertung und Hochrechnung,</li> <li>– Präsentation der Zwischen- und Endergebnisse.</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltung	Seminar Empirische Verkehrsplanung
Lehr-/Lernformen	Projektlernen, Gruppenarbeit
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 der 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.

**E Ver 2 Bahnbau und Bahnbetrieb**

Nummer/Code	E Ver 2
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>LV Bahnbau:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Trassierung von Bahnanlagen (Fahrdynamik, Querschnittsgestaltung, Weichen und Kreuzungen)</li> <li>– Bau der Eisenbahninfrastruktur (Lastannahmen, dynamische Verkehrslasten, Erdbau, Schottergleise, Feste Fahrbahn)</li> <li>– Hybride Verkehrsflächen (Straßenbahnen im öffentlichen Straßenraum)</li> </ul> <p>LV Bahnbetrieb:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Betrieb von Bahnanlagen</li> <li>– Steuerungs- und Signaltechnik</li> <li>– Fahrdynamik und Fahrplan</li> <li>– Betriebssteuerung und -sicherung</li> <li>– Güterverkehr</li> <li>– Personenverkehr</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Bahnbau Bahnbetrieb
Lehr-/Lernformen	Projektlernen
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	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 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.



**E Ver 3 Ingenieurvermessung und Geoinformationssysteme**

Nummer/Code	E Ver 3
Modulname	Ingenieurvermessung und Geoinformationssysteme
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Ingenieurvermessung:</b> Ingenieurvermessungen sind Vermessungen im Zusammenhang mit der Aufnahme, Projektierung, Absteckung, Abnahme und Überwachung von Bauwerken und anderen baulichen Anlagen.</p> <p>Die Lehrveranstaltung vermittelt den Studierenden vertiefende Kenntnisse der Ingenieurvermessung im Bauwesen. Dabei werden moderne elektronische Multisensorsysteme und EDV-gestützte Auswertemethoden vertieft behandelt.</p> <p>Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse über die Möglichkeiten der modernen Vermessung im Bauwesen und können Fachbegriffe richtig anwenden und den Aufwand von Vermessungsleistungen abschätzen und beurteilen.</p> <p><b>Geoinformationssysteme:</b> Geoinformationssysteme (GIS) sind rechnergestützte Systeme, die aus Hardware, Software, Daten und Anwendungen bestehen. Mit ihnen können raumbezogene Informationen digital erfasst, verarbeitet, analysiert und präsentiert werden. GIS werden in der Praxis für die vielfältigsten Dokumentations- und Planungsprozesse eingesetzt.</p> <p>Die Studierenden kennen die Bestandteile und Möglichkeiten von Geoinformationssystemen, wobei der Schwerpunkt auf Daten und Anwendungen liegt. Die Studierenden können ein einfaches GIS-Projekt mit einer marktgängigen Software oder einem WEB-GIS bearbeiten und die Ergebnisse präsentieren.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü, EL (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Ingenieurvermessung:</b> Realisierung des Raumbezuges, Aufbau und Funktionsweise moderner geodätischer Messinstrumente, Datenspeicherung und automatischer Datenfluss, EDV-gestützte Aufnahme- und Absteckungsverfahren, satellitengestützte Messverfahren im Bauwesen, Digitale Geländemodelle, Messgenauigkeiten und Toleranzen. Praktische Übungen zu ausgewählten Themen in Kleingruppen.</p> <p><b>Geoinformationssysteme:</b></p>

	Bestandteile eines GIS, Sachdaten, Geometriedaten (Rasterdaten, Vektordaten), Datenqualität, Datenmodellierung, Topologie von Daten, amtliche Geobasisdaten, Analysefunktionen, Präsentation raumbezogener Daten, Bearbeitung von GIS Projekten
Titel der Lehrveranstaltungen	Ingenieurvermessung Geoinformationssysteme
Lehr-/Lernformen	Vorlesung, Praktische Übungen in Kleingruppen, E-Learning
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen,
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Ingenieurvermessung: Jedes Sommersemester Geoinformationssysteme: Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundkenntnisse in Vermessungskunde
Studentischer Arbeitsaufwand	Vorlesung: 58 Stunden Selbststudium (inkl. Übungen): 122 Stunden
Studienleistungen	Hausübungen (30–60 Stunden)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Erfolgreiche Bearbeitung der Übungen
Prüfungsleistung	Klausur (2x 60 min.). Bei geringer Teilnehmerzahl auch Fachgespräch (2x30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Dr.-Ing. Rainer Fletling
Lehrende des Moduls	Dr.-Ing. Rainer Fletling
Medienformen	Tafel, Overheadprojektor, Beamer, Videos, schriftliche Unterlagen, Vermessungsinstrumente, Computerarbeitsplätze
Literatur	Möser u.a.: Handbuch Ingenieurgeodäsie, Grundlagen DIN 18710 Ingenieurvermessung Bill: Grundlagen der Geoinformationssysteme de Lange: Geoinformatik in Theorie und Praxis

**E Ver 5 Vertiefung Straßenentwurf**

Nummer/Code	E Ver 5	
Modulname	Vertiefung Straßenentwurf	SPP
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul	SPP
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in Planung und Entwurf von Straßen (Trassierung, Höhenplan, Querschnitt, Knotenpunkte) erhalten und können diese in Beispielen anwenden. Sie haben die Prinzipien des Straßenentwurfs in der Erstellung eigener Planunterlagen per Hand und mittels praxisrelevanten Straßenentwurfsprogramms kennengelernt und selbstständig für die Umsetzung einer Planungsaufgabe angewandt.	SPP
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü, EX (4 SWS)	SPP
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Begleitung des Planungsablaufes eines realen Straßenbauprojektes</li> <li>- Wirkungen von Straßenbaumaßnahmen auf Umwelt und Anwohner (Umweltverträglichkeitsanalysen, FFH, Lärmschutzmaßnahmen)</li> <li>- Theorie und Anwendung des maßgebenden technischen Regelwerkes zu den Themen Anlage von Autobahnen, Landesstraßen und Stadtstraßen, Straßenentwässerung und passive Schutzeinrichtungen</li> <li>- Konstruktion der Trassierungselemente Gerade, Kreisbogen und Klothoide in Lage- und Höhenplan, Krümmungs- und Rampenband sowie Querschnitte durch manuelle Planerstellung</li> <li>- Umsetzung einer Trassierungsaufgabe unter Anwendung einer der Straßenentwurfssoftware „VESTRA“</li> <li>- Entwurf von Knotenpunkten und Ermittlung ihrer Leistungsfähigkeit.</li> </ul>	
Titel der Lehrveranstaltungen	Vertiefung Straßenentwurf	
(Lehr- / Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vorlesung, Projektlernen, Gruppenarbeit	
Verwendbarkeit des Moduls	<p>M. Sc. Bauingenieurwesen, Ergänzungsmodul (Wahlpflicht) in Vertiefung „Verkehr“ und „Verkehrswegebau und Geotechnik“</p> <p>M. Sc. Umweltingenieurwesen Ergänzungsmodul (Wahlpflicht) in „Umweltingenieurwesen Ergänzung“</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	VL „Entwurf und Gestaltung von verkehrsanlagen“ Modul „Straßenbau und -entwurf“) – B.Sc.	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul		SPP
Studentischer Arbeitsaufwand	– Kontaktstudium 42 h – Selbststudium: 138 h (inkl. Prüfungsleistungen)	SPP
Studienleistungen		SPP
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung		SPP
Prüfungsleistung	Durchführung eines Straßenentwurfsprojektes von Hand (während der Übungen) sowie mittels Entwurfssoftware (ca. 24 h).	SPP
Anzahl Credits für das Modul	6	SPP
Modulverantwortliche/r	Mollenhauer	
Lehrende des Moduls	Mollenhauer / Bauer	
Medienformen	Beamer, Tafel, Planzeichnen, Software	
Literatur	Bracher, Bösl: Strassenplanung, ISBN: 978-3-8462-0675-1	

**E Ver 6 ÖPNV-Recht**

Nummer/Code	E Ver 6
Modulname	ÖPNV-Recht
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden kennen die Gesetze, die für den ÖPNV relevant sind, und können diese für konkrete Fragestellungen anwenden. Sie beherrschen die wesentlichen Rechtsgrundlagen für Verkehrsunternehmen, Genehmigungsbehörden und Aufgabenträger. Sie können Erlerntes auf neue Fallgestaltungen des Rechtsgebietes übertragen und sind in der Lage, kleinere Rechtsfälle im ÖPNV hinsichtlich des eigen- und gemeinwirtschaftlichen Marktzugangs sowie der Finanzierung eigenständig zu lösen.
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– EU-Recht (Gesetze und Verordnungen)</li> <li>– Personenbeförderungsrecht (PBefG)</li> <li>– Beihilfenrecht</li> <li>– Vergaberecht</li> <li>– Wettbewerbsrecht</li> <li>– Kommunalrecht</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	ÖPNV-Recht
(Lehr- / Lernformen) )	Vortrag, Diskussion, fall- und problembasiertes Lernen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Umweltingenieurwesen, Bauingenieurwesen, Masterstudiengang Mobilität, Verkehr und Infrastruktur
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 (VO 1370/2007, PBefG, ÖPNV-Gesetze der Länder, Auszüge aus dem GWB etc.), Kommentar zum PBefG

**E Ver 7 Wirtschaft im ÖPNV**

Nummer/Code	E Ver 07 (Master Bauingenieurwesen) M 1.5.6 (Master Umweltingenieurwesen) B 1.23.7 (Bachelor Umweltingenieurwesen)
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 Verkehrsdienstleistungsmarketings, 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"> <li>– Einstieg: Akteure im ÖPNV, Organisation des ÖPNV, Vorstellung der Hausarbeit, Einteilung in Gruppen</li> <li>– Finanzierung des ÖPNV, Drittnutzerfinanzierung</li> <li>– Kostenstrukturen im ÖPNV</li> <li>– Überblick über das Verkehrsdienstleistungsmarketing</li> <li>– Vertrieb im ÖPNV</li> <li>– Tarifgestaltung (klassische und EFM-basierte Tarife)</li> <li>– Abschätzung der Wirkungen von Tarifmaßnahmen</li> <li>– Verfahren der Einnahmenaufteilung</li> <li>– Wettbewerb im ÖPNV</li> <li>– Präsentation (15 Minuten) der Zwischenergebnisse der Hausarbeit im Januar</li> <li>– Fahrplanauskunftssysteme, Mobilitätsplattformen</li> <li>– Präsentation (15 Minuten) der Ergebnisse der Hausarbeit (vsl. Ende Februar)</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Wirtschaft im ÖPNV
Lehr-/Lernformen	<p>Vorlesung, Projektlernen, Gruppenarbeit.</p> <p>Die Leistungserbringung erfolgt in Kleingruppen (3 bis 5 Personen), die von den Lehrpersonen auf Basis bisheriger</p>

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



**E Ver 8 Betrieb und Technik des ÖPNV**

Nummer/Code	E Ver 8 (Bau) / M 1.5.7 (Umwelt) / ÖV 4 (MoVin)
Modulname	Betrieb und Technik des ÖPNV
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse bei der Planung und Durchführung des ÖPNV-Betriebes erhalten und verfügen über erweiterte Kenntnisse in der Fahrzeugtechnik und der Betriebsanlagen, insbesondere des Schienenverkehrs. Sie kennen die wesentlichen Planungsgrundsätze für Bau und Betrieb, Fahr- und Dienstplanung sowie Personal- und Fahrzeugeinsatz und können diese selbstständig anwenden.</p> <p>Die Studierenden können selbstständig und in der Gruppe eine betriebsplanerische Aufgabe im ÖPNV erfolgreich bearbeiten. Die erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen befähigen zur Problemlösung in der Gruppe sowie zur Präsentation der Ergebnisse nach außen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü, S (4 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Betriebliche und technische Grundlagen</li> <li>– Produktionsplanung (Fahr- und Umlauf- und Dienstplanung)</li> <li>– Fahrbetrieb und Betriebssteuerung</li> <li>– Leistungsfähigkeit von Strecken und Anlagen</li> <li>– Störungsmanagement, Krisenmanagement</li> <li>– Fahrzeugtechnik (Fahrzeugarten und Betriebsweisen, Gestaltung und Ausrüstung, Laufwerke und Antriebe)</li> <li>– Betriebsanlagen (Trassenplanung, E-Technik, Oberbau)</li> <li>– Instandhaltung von Fahrzeugen und Betriebsanlagen</li> <li>– Finanzwesen (Mittelbeschaffung, betriebliche Kostenkalkulation)</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Betrieb und Technik des ÖPNV
Lehr-/Lernformen	Vorlesung, Projektlernen, Gruppenarbeit
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bau- und Umweltingenieurwesen , Masterstudiengang Mobilität, Verkehr und Infrastruktur
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester

Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Seminararbeit (Gruppenarbeit 20–30 Seiten), Vortrag
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Carsten Sommer
Lehrende des Moduls	Dipl.-Ing. Klaus Reintjes, Lehrbeauftragter
Medienformen	Beamer, Tafel, IT
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

**E Ver 9 Mobilitätsverhalten und Mobilitätskultur**

Nummer/Code	E Ver 08 (Master Bauingenieurwesen) M 1.5.7 (Master Umweltingenieurwesen) Modul Verkehr Ergänzung (Master Mobilität, Verkehr und Infrastruktur)
Modulname	Mobilitätsverhalten und Mobilitätskultur
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden erhalten vertiefte Kenntnisse zu sozialen und kulturellen Hintergründen der historischen Entwicklung des Personen- und Güterverkehrs und der darauf bezogenen Planung. Sie sind in der Lage, Zusammenhänge der Technikentwicklung mit in der Geschichte entstandenen Leitbildern zu erkennen und zu diskutieren. Dazu trainieren sie auch interdisziplinäre Debatten und erkennen neue Zusammenhänge von Verkehr, Städtebau und Architektur.</p> <p>Die Studierenden können selbstständig und in der Gruppe sozialwissenschaftliche Quellen in Bezug auf verkehrswissenschaftliche Relevanz beurteilen und einordnen. Die erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen befähigen zur Problemlösung in der Gruppe sowie zur Präsentation der Ergebnisse nach außen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü, S (3 SWS)
Lehrinhalte	<p>Das Mobilitätsverhalten, von der Verkehrsentstehung, der Verkehrsmittelwahl bis hin zu Benutzung eines bestimmten Fahrzeuges ist ein nicht nur rein technisch zu erklärendes Phänomen.</p> <p>In der Veranstaltung sollen die kulturell geprägten Sichtweisen auf unser Verhalten in der Transportnachfrage und deren Realisierung, wie sie heute bestehen, problematisiert und ihnen neue Sichtweisen gegenübergestellt werden. Viele aktuelle Urteile über die Fortbewegung werden aufgrund keineswegs alter Wertvorstellungen (vor allem aus dem letzten Jahrhundert) geprägt. Die uns heute gewärtigen Bilder über den öffentlichen Raum, also im Wesentlichen die Straße zwischen den Häusern, mit Rechten und Vorrechten (inklusive etwa von Verkehrsschildern) existierten vor 1900 gar nicht oder in ganz anderer Form. Auch der Begriff „Mobilität“ selbst für den Verkehr tauchte wesentlich erst in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts auf.</p> <p>Was ist Mobilität? Ist sie „gut für die Wirtschaft“? Ist sie ein „Grundrecht“ auf ungehindertes globales Herumreisen für alle Menschen und Waren? Die kulturellen und historischen</p>

	<p>Hintergründe haben wesentlichen Einfluss darauf, wie Antworten auf diese Frage heute lauten und wie sich diese verändern können. Und selbstverständlich prägen diese Hintergründe die aktuellen Verhaltensweisen im Verkehr sowie die Politik und die Planung.</p> <p>Dies wird in der Veranstaltung an Beispielen gezeigt. Es wird auch gezeigt, dass ohne einen Paradigmenwechsel in der Mobilitätskultur das, was als „Mobilitätswende“ bezeichnet wird, nicht gelingen kann.</p> <p>Angesiedelt ist die Thematik zwischen Sozialwissenschaft und Technik und wir versuchen eine Lücke zu schließen : Bisher gilt Verkehr oft als reines Gebiet der Technik.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Mobilitätsverhalten und Mobilitätskultur
Lehr-/Lernformen	Vorlesung, Projektlernen, Gruppenarbeit, Spaziergänge und Exkursionen
Verwendbarkeit des Moduls	
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 150 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Hausarbeit (20–30 Seiten), ggf. auch als Gruppenarbeit mit Vortrag
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.–Ing. Carsten Sommer
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.–Ing. Helmut Holzapfel
Medienformen	Beamer, Tafel, EDV

---

Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.
-----------	--

---

**E Ver 10 Gestaltung von Rad- und Fußverkehrsanlagen**

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

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

**E Ver 11 Nachhaltige Nahmobilität**

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



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

**E Ver 12 Aktuelle Themen der nachhaltigen Mobilität**

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

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

**E Ver 13 Straßenverkehrsrecht**

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

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten)
Anzahl Credits für das Modul	3
Lehreinheit	Bauingenieurwesen
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 (StVO, StVG etc.), Kommentar zum StVO

## Vertiefung Wasser – Studieninformationen

In der Vertiefung Wasser sind zwei der drei Vertiefungsfächer V Was 1, V Was 2 und V Was 3 im Umfang von jeweils 12 Credits zu belegen.

V Was 1a      Numerische Modelle im Wasserbau

V Was 1b      Naturnaher Wasserbau, Flussgebiets- und Hochwassermanagement

Für die Vertiefung V Was 2 „Siedlungswasserwirtschaft“ sind zwei der drei folgenden Module im Umfang von insgesamt 12 Credits zu wählen:

- V Was 2a Verfahren und Anforderungen der weitergehenden Abwasserreinigung (6 C)
- V Was 2b Dynamic modelling of biological wastewater treatment processes (6 C)
- V Was 2c Zukunftsfähige Wasserversorgung und Industrieabwasserreinigung (6 C)

V Was 3a      Wassergütemodellierung

V Was 3b      Hydrologische Methoden

Im Wahlpflichtbereich "Ergänzung der Vertiefung" sind Lehrveranstaltungen im Umfang von insgesamt von 18 Credits aus folgender Auswahl zu belegen:

E Was 1      Wasserkraft und Energiewirtschaft

E Was 2      Integrierte Wasserbewirtschaftung (IWRM)

E Was 3      Siedlungswasserwirtschaft Ergänzung

E Was 6      Vertiefende Hydraulik

E Was 7      Groundwater Reactive Transport Modeling

E Was 8      Angewandte Hydrogeologie

Im Rahmen der 18 Credits des Wahlpflichtbereichs „Ergänzung der Vertiefung“ kann auch das dritte Vertiefungsfach im Umfang von 12 Credits belegt werden, ebenso weitere Teilmodule aus den Vertiefungsfächern.

Im Wahlpflichtbereich "Bauingenieurwesen" mit einem Umfang von insgesamt 12 Credits gilt für die Vertiefung "Wasser" folgende Regelung:

- Wenn im Bachelor-Studiengang bereits der Schwerpunkt Wasser gewählt wurde: Wahl eines Moduls à 12 C oder zweier Module à 6 C aus dem Lehrangebot der Vertiefungen Baubetrieb/Baumanagement, Konstruktiver Ingenieurbau, Numerische Methoden der Tragwerksanalyse, Verkehr, Verkehrswegebau und Geotechnik oder Werkstoffe aus dem Master-Studiengang Bauingenieurwesen (inklusive optional der korrespondierenden Schwerpunktmodule aus dem Bachelor-Studium).
- Wenn im Bachelorstudiengang ein anderer Schwerpunkt belegt worden ist: SP Was II und SP Was III aus dem Schwerpunkt Wasser des Bachelor-Studiengangs.

Folgende Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Schlüsselqualifikationen sind für die Vertiefung sinnvoll:

- Arbeitssicherheit im Baubetrieb
  - Arbeitsrecht in der Bauwirtschaft
  - Bauordnungsrecht
  - Privates Baurecht
-

- Technisches Englisch
- Machen! Experimente in der Ideenwerkstatt
- Projektmanagement
- Umweltwissen, Umweltwahrnehmung, Umweltverhalten
- Landschafts- und Naturschutzrecht
- Bauordnungsrecht
- Immissionsschutzrecht
- Gewässerschutzrecht
- Einführung in das Umweltrecht
- Ökologische Ökonomik
- Nachhaltige Unternehmensführung
- Umweltpolitik
- Modellbildung und Simulation
- Einführung in die Umweltinformatik
- Earth System Sciences
- Nährstoffkreisläufe, Energieflüsse, Ökobilanzen

Dabei ist zu beachten, dass die entsprechenden Lehrveranstaltungen nicht bereits im Bachelor-Studium belegt worden sind; eine Doppelanrechnung ist nicht möglich.

**Zu den Modulprüfungen des Masterstudiums kann nur zugelassen werden, wer ein Beratungsangebot zur Studienplanung durch eine/n vom Prüfungsausschuss benannten Berater bzw. Beraterin nachweisen kann. Das Ergebnis der Beratung ist in einem Studienplan zu dokumentieren und vom Berater bzw. der Beraterin zu genehmigen (vgl. §8, Abs. 5 der Fachprüfungsordnung für den Masterstudiengang Bauingenieurwesen)**

## **Vertiefungsfächer Wasser**



**V Was 1a Numerische Modelle im Wasserbau**

Nummer/Code	V Was 1 a
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"> <li>• Physikalische Grundlagen der Strömungsberechnung</li> <li>• Numerische Grundlagen von Lösungsalgorithmen</li> <li>• Geografische Informationssysteme (GIS) als Werkzeug des Pre- und Postprocessing bei HN-Verfahren</li> <li>• Einsatz von hydrodynamisch-numerischen Modellen in Abhängigkeit ihrer Dimensionalität <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Eindimensionale HN-Verfahren</li> <li>○ Zweidimensionale HN-Verfahren</li> <li>○ Dreidimensionale HN-Verfahren</li> </ul> </li> <li>• Automatisierter Betrieb von Staustufen, numerische Simulation von Staustufenketten</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Numerische Modelle im Wasserbau
Lehr-/Lernformen	Vortrag (Vorlesung), Gruppenarbeit (Studienarbeit), problembasiertes Lernen, selbstgesteuertes Lernen, kooperatives Lernen (Studienarbeit)
Verwendbarkeit des Moduls	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	Wasserbauwerke und Strömungsverhalten von Fließgewässern
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden, davon Studienarbeit im Umfang von 60 Stunden
Studienleistungen	Als Studienleistung wird die erfolgreiche Bearbeitung und termingerechte Abgabe einer Studienarbeit (60 Stunden) vorausgesetzt.
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald
Medienformen	PowerPoint Präsentationen, Videos zur Veranschaulichung der Theorie  Praktische Übung am PC (HN-Modellierung)
Literatur	<b>DVWK-Schriften, Heft 127:</b> Numerische Modelle von Flüssen, Seen und Küstengewässern, Bonn 1999 <b>Malchereck, A.</b> Numerische Methoden der Strömungsmechanik, im Internet unter: <a href="http://www.hamburg.baw.de/hnm/num-meth/numerik.pdf">http://www.hamburg.baw.de/hnm/num-meth/numerik.pdf</a> <b>Noll, B.</b> (1993): Numerische Strömungsmechanik. Grundlagen. Springer Verlag, Berlin.

**V Was 1b Naturnaher Wasserbau, Flussgebiets- und Hochwassermanagement**

Nummer/Code	V Was 1 b
Modulname	Naturnaher Wasserbau, Flussgebiets- und Hochwassermanagement
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Im Teilmodul "Naturnaher Wasserbau" erlernen die Studierenden auf Basis wasserbaulicher Grundlagen die Methoden der naturnahen Umgestaltung zur Verbesserung des gesamtökologischen Zustandes der Oberflächengewässer kennen und erlangen vertiefte Kenntnisse in den gewässermorphologischen Ablaufprozessen. Sie beherrschen die in der Ingenieurbiologie zur Anwendung kommenden Bauweisen der naturnahen Umgestaltung und können einfache Planungstätigkeiten durchführen.</p> <p>Nach Abschluss des Teilmoduls „Flussgebiets- und Hochwassermanagement“ sind die Studierenden in der Lage, die Möglichkeiten von Hochwasserschutzstrategien ingenieurpraktisch anzuwenden, Defizite zu erkennen und Ziele zu definieren. Sie können einfache Dimensionierungen von Hochwasserschutzanlagen durchführen, deren Wirkung analysieren und eignen sich Kenntnisse an, wie ein nachhaltiger Hochwasserschutz erreicht werden kann. Darüber hinaus kennen die Studierenden die fachliche Bedeutung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) für die Oberflächengewässer und die Arbeitsphasen für deren Umsetzung. Sie besitzen grundlegende Kenntnisse für eine zielgerichtete und optimierte Entwicklung von Oberflächengewässern. Ferner verfügen die Studierenden über die Fähigkeit, die Bewirtschaftungsmöglichkeiten und Nutzung der Oberflächengewässer beurteilen zu können. Im Rahmen dieses Teilmoduls wird den Studierenden eng verknüpft mit aktuellen Forschungsvorhaben erste Einblicke für zum Einsatz kommende Analysewerkzeuge im Flussgebiets- und Hochwassermanagement gegeben.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Naturnaher Wasserbau (3 Credits)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebensraum Fließgewässer</li> <li>• Grundlagen der gewässermorphologischen Beziehungen</li> <li>• Feststoffe/Schwebstoffe, Transportansätze</li> <li>• Bestandsaufnahme nach Wasserrahmenrichtlinie</li> <li>• Planung einer naturnahen Gewässerentwicklung</li> <li>• Maßnahmen der Gewässerentwicklung</li> <li>• Durchgängigkeit</li> </ul> <p><b>Flussgebiets- und Hochwassermanagement (3 Credits)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• WRRL</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flussgebietsbezogene Betrachtungsweise</li> <li>• Landwirtschaft und Gewässerschutz</li> <li>• Elemente des Hochwassermanagements               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technischer Hochwasserschutz</li> <li>• Hochwasservorsorge</li> <li>• Operationelles Hochwassermanagement</li> </ul> </li> <li>• Projektstudie: Hochwasserschutzplan Fulda</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Naturnaher Wasserbau, Flussgebiets- und Hochwassermanagement
Lehr-/Lernformen	Vortrag (Vorlesung), problembasiertes Lernen (Übung)
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge .Bauingenieurwesen, Regenerative Energien (Re <sup>2</sup> ), Nachhaltiges Wirtschaften, 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	Hydromechanik Wasserbau und Wasserwirtschaft 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	Klausur (120 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald
Lehrende des Moduls	Dr.-Ing. Klaus Träbing, Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald
Medienformen	PowerPoint Präsentationen Unterlagen werden in elektronischer Form zur Verfügung gestellt

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

## V Was 2a Verfahren und Anforderungen der weitergehenden Abwasserreinigung

Nummer/Code	
Modulname	Verfahren und Anforderungen der weitergehenden Abwasserreinigung
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Dieses Modul hat zum Ziel, die im Rahmen des Vertiefungsstudiums notwendigen Kenntnisse zu vermitteln.</p> <p><b>Verfahrenstechnik in der Abwasserreinigung</b> Das Teilmodul vermittelt erweiterte Kenntnisse zu Verfahrenstechniken in der Abwasserreinigung, wobei die notwendigen Grundlagen vertiefend aufgegriffen werden. Die Inhalte befassen sich mit aktuellen Entwicklungen biologischer und weitergehender Behandlungsverfahren und deren Einsatzmöglichkeiten. Die Betrachtung möglicher Verfahren und Verfahrenskombination erfolgt dabei unter Berücksichtigung stetig steigender Reinigungsanforderungen.</p> <p><b>Auslegung von Anlagen der Abwasserreinigung</b> Das Teilmodul vermittelt grundlegende Kenntnisse zur Auslegung von Anlagen der Abwasserreinigung. Es werden die wesentlichen Bemessungsvorschriften und Bemessungswerte für Abwasseranlagen vorgestellt. Der Schwerpunkt des Teilmoduls liegt in der Anwendung des erworbenen Wissens zu den relevanten Bemessungsvorgaben. Hierbei lösen die Studierenden eine konkrete Bemessungsaufgabe an einem Beispiel aus der Praxis.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Verfahrenstechnik in der Abwasserreinigung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterisierung und Analyse von Abwasserinhaltsstoffen</li> <li>• Chemisch-physikalische Abwasserreinigung (Filtration, Membranverfahren, Ozonung u.v.a.)</li> <li>• Biologische Abwasserreinigung (Deammonifikation, Aerobe Granular u.v.a.)</li> <li>• Kombinations- und mehrstufige Verfahren</li> <li>• Weitergehende Abwasserreinigungsverfahren</li> <li>• Wasser- und Ressourcenwiederverwendung</li> </ul> <p><b>Auslegung von Anlagen der Abwasserreinigung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herleitung von Bemessungswerten nach dem DWA-A 198</li> <li>• Konzeption und Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen nach dem DWA-A 131</li> <li>• Konzeption und Bemessung von SBR-Anlagen nach dem DWA-A 210</li> <li>• Auslegungsgrundsätze neuartiger Technologien im Bereich der Biofilm- und aerob granulierten Verfahren</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und Einsatz von Lösungen zur Steuerung und Regelung auf Abwasserreinigungsanlagen</li> <li>• Bearbeitung einer konkreten Bemessungsaufgabe aus der Praxis der Abwassertechnik</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Verfahrenstechnik in der Abwasserreinigung Auslegung von Anlagen der Abwasserreinigung
(Lehr-/ Lernformen)	Vortrag, Lehrgespräch, Gruppenarbeit, problembasiertes Lernen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Verfahrenstechnik in der Abwasserreinigung + Auslegung von Anlagen der Abwasserreinigung: jedes Sommersemester
Sprache	Deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Siedlungswasserwirtschaft Grundlagen Aufbauwissen: Siedlungsentwässerung, Klärschlammbehandlung, Planung, Bau und Betrieb von Abwasserbehandlungsanlagen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	Auslegung von Anlagen der Abwasserreinigung: Hausarbeit (15–30 Seiten)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	bestandene Studienleistung
Prüfungsleistung	Verfahrenstechnik in der Abwasserreinigung + Auslegung von Anlagen der Abwasserreinigung: mündliche Prüfung (je 20–30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tobias Morck
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Tobias Morck / Dr.-Ing. Wernfried Schier
Medienformen	PC-gestützte Präsentationen, pdf-Skripte, Bemessungssoftware
Literatur	<p>Mudrack, K.; Kunst, S. (2010): Biologie der Abwasserreinigung. Springer Spektrum, ISBN 978-3-8274-2576-8, 2010</p> <p>Chen, G.; van Loosdrecht, M.C.M.; Ekama, G.A.; Brdjanovic, D. (2020): Biological Wastewater Treatment – Principles, Modelling and Design. 2nd edition, IWA Publishing, 2020</p> <p>van Loosdrecht, M.C.M; Nielsen, P.H.; Lopez-Vazquez, C.M.; Brdjanovic, D. (2016): Experimental Methods in Wastewater Treatment, IWA Publishing, 2016</p>

	DWA-Regelwerk
--	---------------



**V Was 2b Dynamic modelling of biological wastewater treatment processes**

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

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

**V Was 2c Zukunftsfähige Wasserversorgung und Industrieabwasserreinigung**

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

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

---

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

---

**V Was 3a Wassergütemodellierung**

Nummer/Code	V Was 3a
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 Modell-ergebnisse einzuschätzen und die Ergebnisse im gegebenen Kontext zu interpretieren.</p> <p>Durch die begleitenden Übungen sind Studierende in der Lage einfach Fragestellungen mit Hilfe von Wassergütemodellen zu bearbeiten.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (2 SWS), Ü (2 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufgabenstellungen der Modellierung</li> <li>- Klassifizierung von Wassergütemodellen <ul style="list-style-type: none"> <li>o 1D, 2D und 3D-Modelle</li> <li>o Flächenkonzentrierte und flächenverteilte Modelle</li> <li>o Gerinne-, Boden- und Einzugsgebietsmodelle</li> </ul> </li> <li>- Häufig verwendete Modellkonzepte <ul style="list-style-type: none"> <li>o Konservativer Transport</li> <li>o Reaktiver Transport</li> </ul> </li> <li>- Modellierung verschiedener Wasserqualitätsparameter <ul style="list-style-type: none"> <li>o Erosion/Sedimenttransport</li> <li>o Nährstoffe</li> <li>o Pflanzenschutzmittel</li> </ul> </li> <li>- Güte der Modellergebnisse <ul style="list-style-type: none"> <li>o Gütemaße</li> <li>o Unsicherheitsanalyse</li> </ul> </li> <li>- Pre- und Postprocessing bei der Modellierung</li> <li>- Vorstellung konkreter Modelle und deren Anwendungen</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Wassergütemodellierung
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vorlesung, problembasiertes Lernen (Hörsaalübungen), selbstgesteuertes Lernen (Hausarbeit)
Verwendbarkeit des Moduls	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	Grundlagen der Hydrologie Umweltverhalten von Chemikalien in aquatischen Systemen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden Hausarbeit: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Hausarbeit (ca. 60 Stunden)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Matthias Gaßmann
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Matthias Gaßmann
Medienformen	PowerPoint Präsentationen, Tafelanschrieb, Unterlagen werden in elektronischer Form zur Verfügung gestellt.
Literatur	<p>Benedini, M., Tsakiris, G. (2013): Water Quality Modelling for Rivers and Streams. ISBN-10: 9400755082</p> <p>Beven, K. J. (2011). Rainfall-runoff modelling: the primer. John Wiley &amp; Sons. ISBN: 9780470714591</p> <p>Beven, K. (2008): Environmental Modelling: An Uncertain Future?: An Introduction to Techniques for Uncertainty Estimation in Environmental Prediction. ISBN-10: 0415457599</p> <p>Chapra, S. (2008): Surface Water-Quality Modeling. ISBN-10: 1577666054</p> <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>

---

	Richter, O., Dieckrüger, B., Nörtersheuser, P. (1996): Environmental Fate Modeling of Pesticides: From the Laboratory to the Field Scale. ISBN-10: 3527300643
--	---

---



## V Was 3b Hydrologische Methoden

<u>Nummer/Code</u>	V Was 3 b
<u>Modulname</u>	Hydrologische Methoden
<u>Art des Moduls</u>	Wahlpflichtmodul
<u>Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)</u>	<p>Für das Modul Hydrologische Methoden ist das Teilmodul Tracers in Hydrology (3 CP) verpflichtend und aus der folgenden Liste ein weiteres Teilmodul zu wählen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regionale Hydrologie (3 CP)</li> <li>• GiS-Anwendungen in der Hydrologie (3 CP)</li> <li>• Scientific writing in Hydrology (3 CP)</li> </ul> <p><b>Tracers in Hydrology</b></p> <p>Students know the theoretical basics of the application of environmental (e.g. water isotopes) and artificial (e.g. fluorescence tracers) tracers in hydrology. Using examples, students have learnt about the areas of application of these tracers. They can independently plan, carry out and analyse a tracer experiment.</p> <p><b>Regionale Hydrologie</b></p> <p>Studierende haben die Variabilität der hydrologischen Prozesse unter verschiedenen Umweltbedingungen (Klima, Pedologie, Morphologie, Topographie, etc.) kennengelernt und sind so in der Lage die hydrologischen Gegebenheiten großer räumlicher Einheiten der Erde abzuschätzen.</p> <p>Methodenkompetenz: Studierende haben die grundlegende Herangehensweise zur Erstellung eines wissenschaftlichen Aufsatzes in den Umweltingenieurwissenschaften unter Zuhilfenahme von internationaler wissenschaftlicher Literatur erlernt.</p> <p><b>GiS-Anwendungen in der Hydrologie</b></p> <p>Diese Lehrveranstaltung weist Wege in eine praxisbezogene Beantwortung hydrologischer Fragen mit Geographischen-Informationssystemen. Die Studierenden lernen den theoretischen Hintergrund hydrologischer GiS-Anwendungen, sowie den Umgang mit hydrologischen Werkzeugen in Quell-offener Software von der Beschaffung der Daten, Auswahl geeigneter Algorithmen und Schwellenwerte, bis hin zur Auswertung und Präsentation der Ergebnisse in Form einer Karte.</p> <p><b>Scientific writing in hydrology</b></p> <p>Students learn how to deal with English-language scientific articles in the field of water research. They learn to extract hypotheses and research questions from articles and to formulate them</p>

	themselves in English. They are familiar with basic methodological procedures in hydrology. Students are able to grasp the essential content of scientific articles and present them clearly on a poster. Students can write summarising essays in English.
<u>Lehrveranstaltungsarten</u>	VL, S, Ü, P/i
<u>Lehrinhalte</u>	<p><b>Tracers in Hydrology</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Artificial tracers <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fluorescence tracers</li> <li>○ Salt tracers</li> <li>○ Measurement technology</li> </ul> </li> <li>• Environmental tracers: water isotopes <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Delta notation</li> <li>○ Isotope fractionation</li> <li>○ Residence time</li> <li>○ Age dating</li> </ul> </li> <li>• Planning and execution of a tracer experiment <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Application mass and location</li> <li>○ Measurement</li> <li>○ Evaluation</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Regionale Hydrologie</b></p> <p>Einführung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrologie von Trockengebieten</li> <li>• Hydrologie von Gebirgen</li> <li>• Hydrologie des Tieflands</li> </ul> <p>Erarbeitung einer eigenen Fallstudie als Hausarbeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftes wissenschaftliches Arbeiten</li> <li>• Umgang mit internationalen Veröffentlichungen</li> <li>• Erstellen eines wissenschaftlichen Textes</li> <li>• Vortrag vor dem Kurs</li> </ul> <p><b>GiS-Anwendungen in der Hydrologie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeit mit QGIS, SAGA-GIS und R</li> <li>• Einführung (Wiederholung) in die Arbeit mit GiS-Datenstrukturen</li> <li>• Beschaffung von Quell-offenen Daten (bspw. Gebietsniederschlag, Abfluss, Bodenart, Bodenfeuchte, Vegetation)</li> <li>• Umgang mit und Beschaffung von Satelliten-Daten</li> <li>• Einführung (Wiederholung) geostatistischer Grundlagen am Beispiel hydrologischer Modellierung</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Funktionsweise ausgewählter Algorithmen (bspw. Ableiten eines Einzugsgebietes aus dem digitalen Höhenmodell)</li> <li>• Aufbereitung von Landnutzungsdaten, Klimadaten und Höhenmodellen für das hydrologische Modell</li> <li>• Aufbereitung der Daten für das Wassergüte-Modell ZIN-AgriTra</li> <li>• Erstellung der Wasserbilanz eines ausgewählten Einzugsgebietes anhand von Satellitendaten</li> <li>• Einzugsgebietsbeschreibung anhand vorhandener Daten und Geostatistik</li> </ul> <p><b>Scientific writing in Hydrology</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Joint reading and discussion of English articles in hydrology in English language <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Historical development of hydrological research</li> <li>○ Current topics in hydrology</li> </ul> </li> <li>• Analysis of the structure of technical articles</li> <li>• Structured literature search - literature databases, keywords</li> <li>• Preparation, presentation and discussion of a scientific poster from a technical article in English language</li> <li>• Writing a review article in English <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Basic grammar/times</li> <li>○ Incorporating references</li> <li>○ Feedback on writing samples</li> </ul> </li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Tracers in Hydrology Regionale Hydrologie GiS-Anwendungen in der Hydrologie Scientific writing in Hydrology
<u>(Lehr-/ Lernformen)</u> <u>Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)</u>	Vortrag (Vorlesung), problembasiertes Lernen (Übung), selbstgesteuertes Lernen (Hausarbeit), Lernen durch Lehren (Vortrag), seminaristischer Unterricht
<u>Verwendbarkeit des Moduls</u>	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen und Umweltingenieurwesen
<u>Dauer des Angebotes des Moduls</u>	Zwei Semester
<u>Häufigkeit des Angebotes des Moduls</u>	Tracers in Hydrology: jedes Sommersemester Regionale Hydrologie: jedes Wintersemester GiS-Anwendungen in der Hydrologie: jedes Sommersemester Scientific writing in Hydrology: jedes Wintersemester

<u>Sprache</u>	Deutsch, englisch (Tracers in Hydrology, Scientific writing in Hydrology), Folien für Tracers in Hydrology zweisprachig (en/de)
<u>Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</u>	„Hydrologie und Hydrogeologie“ Für „Tracers in Hydrology“: Umweltverhalten von Chemikalien in aquatischen Systemen  Für „GiS-Anwendungen in der Hydrologie“: GiS-Grundkurs für Umweltingenieure und Bauingenieure  “Scientific writing in Hydrology“: Gute Englischkenntnisse in Wort und Schrift
<u>Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul</u>	
<u>Studentischer Arbeitsaufwand</u>	Präsenzzeit: Tracers in Hydrology: 2 SWS (30 Stunden) Regionale Hydrologie: 1 SWS (15 Stunden) GiS-Anwendungen in der Hydrologie: 2 SWS (30 Stunden) Scientific writing in Hydrology: 1 SWS (15 Stunden)  Selbststudium: Tracers in Hydrology: 60 Stunden Regionale Hydrologie: 75 Stunden GiS-Anwendungen in der Hydrologie: 60 Stunden Scientific writing in Hydrology: 75 Stunden
<u>Studienleistungen</u>	Regionale Hydrologie: Vortrag (15–30 min) + Hausarbeit (20–30 Seiten)  GiS-Anwendungen in der Hydrologie: Projektbericht (ca. 20 Seiten)  Scientific writing in Hydrology: Posterpräsentation + Hausarbeit (10 Seiten) in englischer Sprache
<u>Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung</u>	
<u>Prüfungsleistung</u>	Tracers in Hydrology: Klausur (60 min) (en/de)
<u>Anzahl Credits für das Modul</u>	6
<u>Modulverantwortliche/r</u>	Prof. Dr. Matthias Gaßmann
<u>Lehrende des Moduls</u>	Prof. Dr. Matthias Gaßmann, Dr. Amani Mahindawansha

<u>Medienformen</u>	PowerPoint-Präsentationen, Tafelanschrieb, Vorlesungsunterlagen über Moodle, Auswertung mit EDV, Videos zur Veranschaulichung
<u>Literatur</u>	<p>Leibundgut, C., Maloszewski, P., Kuells, C., 2009. Tracers in Hydrology. John Wiley &amp; 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 &amp; Sons.</p> <p>Simmers, I. Understanding Water in a Dry Environment: hydrological processes in arid and semi-arid zones. Balkema, 2003.</p> <p>Singh, V. (Hrsg.), 1996. Geographical information systems in hydrology. Kluwer Verlag, Dordrecht.</p> <p>Fisher, R., Hobgen, S., 2017. Satellite Image Analysis and Terrain Modelling. Charles Darwin University, Darwin.</p> <p>Young Hydrologic Society: How to write a scientific paper in Hydrology? <a href="https://younghs.com/how-to-write-a-paper/">https://younghs.com/how-to-write-a-paper/</a></p> <p>Wallwork, A. (2016). English for writing research papers. Springer.</p> <p>Turbek, S. P., Chock, T. M., Donahue, K., Havrilla, C. A., Oliverio, A. M., Polutchko, S. K., Shoemaker, L. G., and Vimercati, L.: Scientific Writing Made Easy: A Step-by-Step Guide to Undergraduate Writing in the Biological Sciences, Bull. Ecol. Soc. Am., 97, 417–426, <a href="https://doi.org/10.1002/bes2.1258">https://doi.org/10.1002/bes2.1258</a>, 2016.</p>

## **Module aus der Ergänzung der Vertiefung Wasser**

**E Was 1 Wasserkraftanlagen**

Nummer/Code	E Was 1
Modulname	Wasserkraftanlagen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Dieses Modul hat zum Ziel, den Studierenden Kenntnisse über die Planung und den Betrieb von Wasserkraftanlagen sowie die Grundlagen der Energiewirtschaft zu vermitteln. Dabei lernen die Studierenden im Teilmodul Wasserkraftanlagen zunächst die hydrologischen, hydraulischen und energetischen Grundkenntnisse sowie verschiedene Anlagentypen kennen. Sie werden damit befähigt für verschiedene Standorte geeignete Anlagen auszuwählen. In begleitenden Übungen wird dazu weiter die Fähigkeit vermittelt, Vordimensionierungen sowie Leistungspläne für Wasserkraftanlagen zu erstellen. Neben den technischen Aspekten werden die ökologischen Anforderungen beim Bau und Betrieb von Wasserkraftanlagen vermittelt.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü, EX (4 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrologische, hydraulische und energetische Grundlagen: Wasserkraftpotenziale, Leistungsplan</li> <li>• Kraftwerksarten: Laufkraftwerke, Speicherkraftwerke, Niederdruckanlagen, Hochdruckanlagen, Gezeiten- und Wellenkraftwerke</li> <li>• Bauwerke: Wasserfassung, Rohre und Verschlüsse, Wasserschloss, Krafthaus</li> <li>• Maschinen und elektrische Ausrüstung: Turbinen, Generatoren, Schaltanlagen</li> <li>• Pumpspeicherkraftwerke: Pumpturbinen, Betrieb</li> <li>• Bemessung, Vergütung</li> <li>• ökologische Aspekte: Fischaufstiege</li> <li>• Automatisierter Betrieb von Staustufen</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Wasserkraftanlagen
Lehr-/Lernformen	Vortrag (Vorlesung), problembasiertes und kollaboratives Lernen (Hörsaalübungen und Praxisübungen an Versuchsständen in der Wasserbauhalle)
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Bauingenieurwesen, Umweltingenieurwesen und RE <sup>2</sup>

Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Wasserbau und Wasserwirtschaft Grundlagen Wasserbauwerke und Strömungsverhalten von Fließgewässern
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden) Selbststudium: 60 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Wasserkraftanlagen: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (bis zu 40 min)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald
Medienformen	PowerPoint-Präsentationen, Tafelanschrieb, Bilder zu Praxisbeispielen, Unterlagen werden in elektronischer Form zur Verfügung gestellt
Literatur	Giesecke, Jürgen und Emil Mosonyi, (2009): WASSERKRAFTANLAGEN – Planung, Bau und Betrieb. Springer Verlag, Heidelberg.



**E Was 2 Integrierte Wasserbewirtschaftung (IWRM)**

Nummer/Code	E Was 2
Modulname	Integrierte Wasserbewirtschaftung (IWRM)
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>In diesem Modul werden, aufbauend auf die Grundlagenvorlesung Wasserbau und Wasserwirtschaft im Bachelor, weiterführende Kenntnisse in den Bereichen wasserwirtschaftliche Planung, Systembewirtschaftung, landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung auf der Grundlage des IWRM-Konzeptes vermittelt. Insbesondere soll den Studierenden ein „ingenieurwissenschaftlicher, aber auch praxisnaher integrativer Blick“ auf das Wasserressourcensystem sowie die Fähigkeit zu integralem fachgebietsübergreifenden, intersektoriellen sowie partizipativen Denken und Planen vermittelt werden. Durch die Vorlesungen des IWRM-Moduls werden die Studierenden befähigt, im späteren Berufsleben wasserwirtschaftliche Systeme nachhaltig integrativ planen und bewirtschaften zu können.</p> <p>Um die Vorlesungen praxisnah ausrichten zu können, wird häufig auf Fallstudien aus jüngst abgeschlossenen oder laufenden wasserwirtschaftlichen Forschungsvorhaben aus dem deutschen oder europäischen Raum, dem Nahen Osten sowie Südamerika Bezug genommen. Der Einfluss der klimatischen Randbedingungen auf die wasserwirtschaftliche Planung und Systembewirtschaftung kann dem Studierenden auf diese Weise gut vermittelt werden. Das erworbene Wissen wird durch vorlesungsbegleitende Übungen verfestigt. Das IWRM-Modul gliedert sich in die folgenden zwei Teilmodule:</p> <p><b>Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung</b></p> <p>Im ersten Teilmodul werden die möglichen strukturellen Maßnahmen sowie Herangehensweisen vorgestellt, mit denen wasserwirtschaftliche Herausforderungen, wie Klimawandel, permanent zunehmender Wasserbedarf, Wassermangel, Wasserverschmutzung oder Abnahme der Wasserverfügbarkeit angegangen werden können. In der wasserwirtschaftlichen Praxis ist i.d.R. zwischen einer Vielzahl alternativer Maßnahmen (bzw. einer Kombination von Maßnahmen) auszuwählen, die sich in Bezug auf ihre technische Umsetzung, Kosteneffizienz sowie soziale und ökologische Auswirkungen unterscheiden. Dem Studierenden werden moderne Methoden an die Hand gegeben, wie alternative strukturelle Maßnahmen multikriteriell bewertet und miteinander verglichen werden können, um in enger Zusammenarbeit mit Entscheidungsträgern, Stakeholdern</p>

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, Szenarienrechnung, Konfliktanalyse, ökonomische Grundlagen für die Kosten-Nutzen-Analyse, grenzüberschreitende Wasserbewirtschaftung, Wassertransfervorhaben, Flussgebietsbewirtschaftung im Sinne der EU-Wasserahmenrichtlinie, 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).

#### **Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung**

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.

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.
Lehrveranstaltungsarten	Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung VL+P, Ü (4 SWS)  Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung VL, Ü (2 SWS)
Lehrinhalte	<p>Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Globale wasserwirtschaftliche Herausforderungen und Nachhaltige Entwicklungsziele (SDG, UN-2018)</li> <li>▪ Ziel und Umfang wasserwirtschaftlicher Planungen</li> <li>▪ Integrierte Bewirtschaftung von Wasserressourcen (IWRM)</li> <li>▪ Methoden und Konzepte für die nachhaltige, integrierte wasserwirtschaftliche Planung</li> <li>▪ Wasserbilanzierung und Szenarienrechnung für die Prognose möglicher wasserwirtschaftlicher Konflikte sowie als Grundlage für die Entwicklung von Antwortstrategien</li> <li>▪ Analyse wasserwirtschaftlicher Systeme</li> <li>▪ Ökonomische Grundlagen und Kosten-Nutzen-Analyse</li> <li>▪ Bewertung und Vergleich wasserwirtschaftlicher Maßnahmen mit Hilfe multikriterieller Verfahren</li> <li>▪ Methoden der Mehrzieloptimierung für die Planung und Bewirtschaftung wasserwirtschaftlicher Mehrzwecksysteme</li> <li>▪ Grenzüberschreitende Wasserbewirtschaftung und Wassertransfervorhaben</li> <li>▪ Flussgebietsbewirtschaftung im Sinne der EU-Wasserrahmen-richtlinie (Fallstudien: Weser und Elbe)</li> <li>▪ Anpassungsstrategien an den Klimawandel</li> <li>▪ Entscheidungsunterstützung durch wasserwirtschaftliche Expertensysteme</li> </ul> <p>Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundlagen des landwirtschaftlichen Wasserbaus, Be- und Entwässerung</li> <li>▪ Unterschiedliche Bewässerungstechniken und ihr Einsatz</li> <li>▪ Evapotranspiration, Bodenwasserhaushalt und Pflanzenproduktion</li> <li>▪ Monitoring, Bilanzverfahren und Steuerung der Bewässerung</li> <li>▪ Anwendung von Planungswerkzeugen der Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rom (FAO)</li> <li>▪ Numerische Simulation des Bodenwasserhaushalts und Kontrolle der Bodenversalzung unter Bewässerung mit HYDRUS</li> <li>▪ Grundlagen der Planung und Implementierung von Bewässerungsprojekten als Teil einer integrierten Wasserbewirtschaftung (IWRM) unter Berücksichtigung des Klimawandels</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	<p>Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung</p> <p>Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung</p>
(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	<p>Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung: Jedes Sommersemester</p> <p>Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung: Jedes Wintersemester</p>
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	<p>Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung</p> <p>Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden)</p> <p>Selbststudium 120 Stunden, inklusive Studienarbeit (40 Std.) und Vorbereitung und Präsentation eines wissenschaftlichen Kurzvortrags (20 Std.)</p> <p>Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung</p> <p>Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden)</p> <p>Selbststudium 60 Stunden</p>
Studienleistungen	<p>Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung</p> <p>Erfolgreiche Bearbeitung und termingerechte Abgabe einer Studienarbeit (40 Std.) sowie Vorbereitung und erfolgreiche Präsentation eines wissenschaftlichen Kurzvortrags von 15 min (20 Std.)</p>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	<p>Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung – Teilklausur (120 min.)</p> <p>Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung – Teilklausur (90 min.)</p>
Anzahl Credits für das Modul	9
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Stephan Theobald
Lehrende des Moduls	Dr.-Ing. Bernd Rusteberg
Medienformen	<p>PowerPoint Präsentationen, Tafelanschrieb, Videos, Praktische Übungen am PC (multikriterielle Verfahren und Projektbewertung)</p> <p>Unterlagen werden digital zur Verfügung gestellt</p>
Literatur	<p><b>Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung</b></p> <p><b>DVWK (1999):</b> Integrierte Bewertung wasserwirtschaftlicher Maßnahmen, DVWK-Materialien 1/1999, Bonn.</p>

**Herath, G. & Prato, T., Ed. (2006):** Using Multi-Criteria Decision Analysis in Natural Resource Management, Ashgate, England, ISBN: 978-0-7546-4596-2.

**Jain, S. K., & V.P. Singh (2003):** Water resources system planning and management, Elsevier, Amsterdam, Netherlands.

**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.

**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.

**Maniak, U. (2000):** Wasserwirtschaft – Einführung in die Bewertung wasserwirtschaftlicher Vorhaben, Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York, ISBN: 3-540-59206-7.

**Nachtnebel, H. (1988):** Wasserwirtschaftliche Planung bei mehrfacher Ziesetzung. Wiener Mitteilung Bd.78, Universität für Bodenkultur Wien.

**Rumm, P. & S.v. Keitz & M. Schmalholz, Hrsg. (2008):** Handbuch der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Inhalte, Neuerungen und Anregungen für die nationale Umsetzung, Erich Schmidt Verlag, 2.Auflage, ISBN: 3-503-09-0274.

**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.

#### **Landwirtschaftlicher Wasserbau und Bewässerung**

**Burton, M. (2013):** Irrigation Management: Principles and Practices, ISBN: 978-1780644349, pp.386.

**Campanhola, C. & S. Pandey (eds) (2018):** Sustainable Food and Agriculture: An integrated Approach, FAO, Academic Press, ASIN: B07L6CKRNY, pp.542.

**FAO (2019):** Land and Water Software Tools:  
<http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/en/>

**Guyman, G.L. (2008):** Unsaturated Zone Hydrology. Pearson Technology Group, 2. Auflage, ISBN: 978-0133690835, pp.224.

**Hoanh, C.T. (2016):** Climate Change and Agricultural Water Management in Developing Countries, CABI Climate Change Series Book 7, ASIN: B019HBWJN8, pp.240.

	<p><b>Kozel, P. (2016):</b> Irrigation and Drainage: Sustainable Strategies and Systems. Scitus Academics LLC, ISBN: 978-1681174686, pp.326.</p> <p><b>Laycock, A. (2011):</b> Irrigation Systems: Design, Planning and Construction, ISBN: 978-1845938741, pp.320.</p> <p><b>Lazarova, V. &amp; A. Bahri (eds) (2004):</b> Water Reuse for Irrigation. Agriculture, Landscapes and Turf Grass, CRC Press, ISBN: 978-1566706490, pp.432.</p> <p><b>Merrington, G., Winder, L., &amp; M. Redman (2002):</b> Agricultural Pollution: Environmental Problems and Practical Solutions, Environmental Science and Engineering Series, CRC Press, ASIN: B07C5SSVTP, pp.264.</p> <p><b>PC-PROGRESS (2019):</b> HYDRUS 1D-2D-3D – das Simulationstool für die ungesättigte Bodenzone, Introduction, program description, user and technical manuals. <a href="https://www.pc-progress.com">https://www.pc-progress.com</a></p> <p><b>Lecher, K., Lühr, H.-P. &amp; U.C.E. Zanke, Hrsg. (2015):</b> Taschenbuch der Wasserwirtschaft: Grundlagen – Maßnahmen – Planungen, Springer Vieweg, 9. Auflage, ISBN: 9-783-52812-5806, pp.1305.</p> <p><b>Ritzema, H.P. (ed.) (1994):</b> Drainage Principles and Applications. International Institute for Land Reclamation and Improvement – ILRI, ISBN: 978-9070754334, pp.1109.</p> <p><b>Withers, B., Vipond, S. &amp; K.Lecher (1993):</b> Bewässerung. Übersetzung der englischen Fassung von Withers-Vipond, Blackwell-Wissensch.-Verlag Berlin.</p> <p><b>Waller, P. &amp; M. Yitayew (2016):</b> Irrigation and Drainage Engineering. Springer, ASIN: B0186VM6ZQ, pp.742.</p>
--	--

**E Was 3 Siedlungswasserwirtschaft Ergänzung**

Nummer/Code	E Was 3
Modulname	Siedlungswasserwirtschaft Ergänzung
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Lehrinhalte sollen den Studierenden Kenntnisse in speziellen Themen der Siedlungswasserwirtschaft vermitteln, die durch die Durchführung diverser FuE Vorhaben in den entsprechenden Themenbereichen sehr eng an die Forschungstätigkeit anknüpfen. Die Studierenden werden hierdurch an die Forschung herangeführt, so dass hier ein Weg zur Promotion sehr gut anschließen kann.</p> <p><b>Wasserchemie</b> Das Teilmodul „Wasserchemie“ liefert den Studierenden Grundwissen aus den Bereichen allgemeine und analytische Chemie sowie den theoretischen Hintergrund zu den Prozessen in der Wasserbehandlung und ergänzt diese durch den analytischen Praktikumsteil, in dem die Studierenden Basisverfahren der Analytik im Wasserbereich selbst durchführen. Die Wasserchemie stellt eine Grundlagenkompetenz für die wissenschaftliche Tätigkeit dar, so dass durch dieses Teilmodul insbesondere Fertigkeiten für die Bearbeitung von wasser- und abwasserbezogenen Studien- und Masterarbeiten sowie für FuE-Vorhaben erlernt werden.</p> <p><b>Ressourcenorientierte Wasserinfrastruktursysteme</b> Infolge sich verändernder Rahmenbedingungen wie Klima- und demografischer Wandel sowie steigender Anforderungen an den Gewässerschutz und die Ressourceneffizienz steht die Siedlungswasserwirtschaft vor großen Herausforderungen. Das Teilmodul „Ressourcenorientierte Wasserinfrastruktursysteme“ vermittelt den Studierenden Inhalte, wie den o.g. Herausforderungen mittels ressourcenorientierter Sanitärsysteme begegnet und eine möglichst weitgehende Schließung von Stoff- und Wasserkreisläufen zur Wiederverwertung der im Abwasser enthaltenen Wertstoffe erreicht werden kann.</p> <p><b>Energie aus Abwassersystemen</b> Das Teilmodul „Energie aus Abwassersystemen“ vermittelt den Studierenden Kenntnisse über die Energiebilanz einer Kläranlage sowie über das energetische Einspar- und Nutzungspotential von Abwasser. Neben der Einsparung von Energie (z.B. durch betrieblich angepasste Verringerung von Maschinenlaufzeiten) sowie Möglichkeiten der Effizienzsteigerungen (z.B. durch Optimierung der Maschinen- und Verfahrenstechnik) stellt die Substitution des Einsatzes fossiler Energieträger durch die Verwertung von im Abwasser enthaltener Energie (Wärmeenergie, Lageenergie, Bioenergie zur Strom- und Wärmegewinnung aus Faulgas) ein Schwerpunktthema dieser Vorlesung dar.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (6 SWS)



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

Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Siedlungswasserwirtschaft Grundlagen Siedlungswasserwirtschaft Aufbauwissen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 90 Stunden Selbststudium: 180 Stunden
Studienleistungen	Wasserchemie – Durchführung der Versuche (12 Stunden) - Versuchsberichte (30 Stunden)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Zwei Klausuren: Wasserchemie (90 Minuten) Ressourcenorientierte Wasserinfrastrukturen & Energie aus Abwassersystemen (180 Minuten)
Anzahl Credits für das Modul	9
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Tobias Morck
Lehrende des Moduls	Dipl.-Chemieing. Ursula Telgmann, Dr.-Ing. Wernfried Schier, Prof. Dr.-Ing. Johannes Müller-Schaper
Medienformen	Skript, Beamer, Tafel, Overheadprojektor
Literatur	<p>Wasserchemie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortimer, C. E.; Müller, U.; Beck, J.: Chemie : Das Basiswissen der Chemie. akt. Aufl. , Stuttgart : Thieme Verlag</li> <li>• Normen und Regelwerke</li> </ul> <p>Ressourcenorientierte Wasserinfrastrukturen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• DWA (2008): Neuartige Sanitärsysteme. DWA-Themen. Hennef.</li> <li>• DWA (2014): Grundsätze für die Planung und Implementierung Neuartiger Sanitär-systeme (NASS). Arbeitsblatt A 272. Hennef.</li> <li>• Felmeden et al. (2016): Integrierte Bewertung neuartiger Wasserinfrastrukturen. netWORKS-Papers, 32. Difu, Berlin.</li> </ul> <p>Energie aus Abwassersystemen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigerung der Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen, Umweltbundesamt, Texte 11/2008</li> <li>• BMU (2015): Umweltbericht 2015 – Auf dem Weg zu einer modernen Umweltpolitik</li> <li>• 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)</li> </ul>

## E Was 6 Vertiefende Hydraulik

Für das Modul Vertiefende Hydraulik ist das Teilmodul Vertiefende Hydromechanik (3 C) verpflichtend und aus der folgenden Liste ein oder zwei weitere Teilmodule zu wählen:

- Praktische hydrometrische Methoden (3 CP)
- Wasserbauliches Versuchswesen (3 CP)

Nummer/Code	E Was 6
Modulname	Vertiefende Hydraulik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Praktische hydrometrische Methoden</b></p> <p>Die Studierenden lernen die wichtigsten grundlegenden und einige fortgeschrittene Messverfahren in der Hydrometrie kennen. Sie rekapitulieren das hydromechanische Basiswissen und verstehen die physikalischen Hintergründe der Funktionsweise. Sie verstehen die hydrometrischen Methoden mit ihren Einsatzbedingungen und Einsatzgrenzen. Sie lernen die wichtigsten Geräte und deren Einsatzgrenzen und Handhabung kennen. Sie führen eigene Messungen durch, protokollieren diese, werten die Messdaten aus und stellen die Ergebnisse dar. Sie erfahren an eigenen Anwendungsbeispielen die Fehlereinflüsse und lernen deren Auswirkungen auf das Endergebnis kennen. Die Studierenden präsentieren ihre Ergebnisse und diskutieren in einem Fachgespräch über Methodik und Fehlereinflüsse.</p> <p><b>Vertiefende Hydromechanik</b></p> <p>Die Studierenden vertiefen die wichtigsten hydromechanischen Grundlagen der Technischen Hydraulik. Sie rekapitulieren das hydraulische und hydromechanische Basiswissen und verstehen ausgewählte physikalische Annahmen und Herleitungen. Sie lernen die wichtigsten hydromechanischen Erhaltungssätze und deren erweiterte Anwendbarkeit in der wasserbaulich Technischen Hydraulik kennen. Sie verstehen die Voraussetzungen allgemein angewandeter hydraulischer Methoden und ihre wichtigsten Einschränkungen und Einsatzgrenzen.</p> <p>Sie führen eigene Überlegungen zur praktischen Anwendbarkeit der Technischen Hydraulik durch und haben Einblick in die wichtigsten Arbeitsblätter und das Regelwerk. Sie verstehen wesentliche Hintergründe der Regeln und lernen teilweise auch, diese kritisch zu beurteilen.</p> <p><b>Wasserbauliches Versuchswesen</b></p>

	<p>Die Studierenden lernen die im wasserbaulichen Versuchswesen der Gerinne- und Rohrhydraulik maßgeblichen Strömungsphänomene kennen. Sie rekapitulieren die hydromechanischen Grundlagen und Berechnungsweisen aus Hydraulik und strömungsabhängigem Feststofftransport. Sie verstehen die Entwurfs- und Gestaltungsgrundsätze wasserbaulicher Versuche. Die Studierenden können die erworbenen Kenntnisse in ingenieurwissenschaftlichen und ingenieurpraktischen Fragestellungen anwenden und übertragen.</p> <p>Die Studierenden erlernen die wichtigsten Fachbegriffe des wasserbaulichen Versuchswesens lernen an eigenen Anwendungsbeispielen die Fehlereinflüsse und deren Auswirkungen auf das Endergebnis kennen. Die Studierenden präsentieren ihre Ergebnisse und diskutieren in einem Fachgespräch über Methodik und Fehlereinflüsse.</p>
Lehrveranstaltungsarten	<p>Praktische hydrometrische Methoden: VL, S, Ex (2 SWS)</p> <p>Vertiefende Hydromechanik: VL, Ü (2 SWS)</p> <p>Wasserbauliches Versuchswesen: VL, Ü (2 SWS)</p>
Lehrinhalte	<p>Praktische hydrometrische Methoden</p> <p>Grundlagen der Hydrometrie, Funktionsweise der in der Anwendungspraxis wichtigsten Geräte, Auswerteverfahren; quantitativer Umgang mit Messunsicherheiten; wasserbauliches Versuchswesen; Hydromechanische Kennzahlen als dimensionslose Ähnlichkeitsparameter. Der messpraktische Teil umfasst eigene Messungen der Studierenden im Feld und im Labor mit hydrometrischen Messgeräten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmung der konjugierten Tiefen des Wechselsprungs auf ebener Sohle</li> <li>• Bestimmung der Kraft auf eine überströmte Überfallklappe</li> <li>• Bestimmung der Reibungsbeiwerte verschieden rauer Rohre</li> <li>• Vergleichsweise Messungen des Abflusses in einem Gewässer mit einer magnetisch-induktiven Geschwindigkeitssonde und einem modernen Verdünnungsverfahren</li> </ul> <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 Gerinneströmungen (Fließwiderstände bei nicht-großer Überdeckung; Kapillar-, Tiefwasser-, Flachwasserwellen);</p> <p>Ausgewählte Grundlagen des Feststofftransports, der Fließgewässermorphodynamik und einfacher Schlussfolgerungen für die Gewässerökologie</p> <p>Hydraulik und Feststofftransport an Gerinneverzweigungen;</p> <p>Einführende Hydraulik von Fischaufstiegsanlagen;</p> <p>Ausgewählte Prüfungen nach Eigenkontrollverordnung, Einführende Hydrometrie im Abwasser</p> <p>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; Geschiebe-, Schwimmstoff- und Schwebstofftransport in Freispiegelgerinnen und Rohrströmungen des wasserbaulichen Versuchswesens;</p> <p>Übertragung von Laboruntersuchungen auf Naturmaßstäbe; Ingenieurwissenschaftlich begründete experimentell-praktische Anwendung des Wasserbaulichen Versuchswesens im Wasserbaulabor auf eine wasserbauliche Aufgabenstellung mit konkreten Randbedingungen</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	<p>Praktische hydrometrische Methoden</p> <p>Vertiefende Hydromechanik</p> <p>Wasserbauliches Versuchswesen</p>
(Lehr- / Lernformen)	<p>Praktische hydrometrische Methoden: VL, Ü</p> <p>Vorlesung, Labordemonstration, Gerätevorführung, Messübungen als Gruppenarbeit (teilweise auch im Freiland), kollaboratives oder kooperatives Lernen in der Gruppe, Fachgespräch</p> <p>Vertiefende Hydromechanik: VL, Ü</p> <p>Wasserbauliches Versuchswesen: VL, Ü</p>

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	<p>Praktische hydrometrische Methoden: VL, Ü</p> <p>Vorlesung, Labordemonstration, Gerätevorführung, Messübungen als Gruppenarbeit (teilweise auch im Freiland), kollaboratives oder kooperatives Lernen in der Gruppe, Fachgespräch</p> <p>Vertiefende Hydromechanik: VL, Ü</p> <p>Wasserbauliches Versuchswesen: VL, Ü</p>
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>Praktische hydrometrische Methoden</p> <p>Präsenzzeit: 2 SWS (24 Stunden), davon 16 Stunden Gruppenübungen</p> <p>Selbststudium: 66 Stunden</p> <p>Vertiefende Hydromechanik</p> <p>Präsenzzeit: 2 SWS (30 Stunden)</p> <p>Selbststudium: 60 Stunden</p> <p>Wasserbauliches Versuchswesen</p> <p>Präsenzzeit: 2 SWS (24 Stunden), davon 16 Stunden Gruppenübungen</p> <p>Selbststudium: 66 Stunden</p>
Studienleistungen	<p>Praktische hydrometrische Methoden</p> <p>Zwei Einzelberichte über durchgeführte Messübungen; innerhalb einer Gruppe (3 bis 4 Studierende) müssen alle vier Messübungen vertreten sein. Die beiden Berichte müssen als mindestens ausreichend bewertet sein und in einem Fachgespräch präsentiert werden.</p> <p>Wasserbauliches Versuchswesen</p> <p>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</p>

	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 oder 9 aus 9
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Theobald
Lehrende des Moduls	Dr.-Ing. Klaus Träbing
Medienformen	Präsentationen, Tafelanschrieb, teilweise Vorführung mit Originalgeräten; Eigenanwendung von Messgeräten
Literatur	<p>Praktische hydrometrische Methoden  Bos 1989: Discharge Measurement Structures. Morgenschweis 2010: Hydrometrie  Grant &amp; Dawson 2001: Isco Open Channel Flow Measurement Handbook.</p> <p>Vertiefende Hydromechanik  Bollrich, G.: Technische Hydromechanik, Berlin 2013  Böswirth &amp; Bschorer 2014: Technische Strömungslehre.  Zanke 2013: Hydraulik für den Wasserbau.  Naudascher 1992: Hydraulik der Gerinne und Gerinnebauwerke.  Zanke 2013: Hydraulik für den Wasserbau.  Hager 1995: Abwasserhydraulik. DWA Arbeitsblätter und Merkblätter A110, A111, A112, A157, A166, M509</p> <p>Wasserbauliches Versuchswesen  Kobus, H., 1984: Wasserbauliches Versuchswesen. Schriftenreihe des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau; Band 39. Paul Parey, Hamburg.</p>

## E Was 7 Groundwater Reactive Transport Modeling

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



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

	<p>growth yields under energy-limiting conditions. <i>Geochimica et Cosmochimica Acta</i>, 241, 1–16.</p> <p>Cirpka, O. A., &amp; Kitanidis, P. K. (2000). Impact of biomass-decay terms on the simulation of pulsed bioremediation. <i>Groundwater</i>, 38(2), 254–263.</p> <p>Limousin, G., Gaudet, J. P., Charlet, L., Szenknect, S., Barthes, V., &amp; Krimissa, M. (2007). Sorption isotherms: A review on physical bases, modeling and measurement. <i>Applied geochemistry</i>, 22(2), 249–275.</p>
--	---

## E Was 8 Angewandte Hydrogeologie

Nummer/Code	E Was 8
Modulname	Angewandte Hydrogeologie
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die erlernten Fähigkeiten ermöglichen den Studierenden eine fundierte Bewertung von Grundwasserressourcen, die für die Planung und den Bau wasserbezogener Projekte wie Tunnelbau sowie den Schutz des Grundwassers vor Umweltauswirkungen relevant sind. Der Kurs vermittelt praxisnahe Kenntnisse anhand realer hydrogeologischer Fragestellungen, die für Bau- und Umweltingenieure unverzichtbar sind.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü
Lehrinhalte	<p>Dieser Kurs bietet einen umfassenden Einblick in die praktischen Methoden zur Untersuchung des Grundwassersystems. Ziel des Kurses ist es, den Studierenden theoretische und praktische Kenntnisse zu gängigen Methoden der Hydrogeologie, sowie ein Verständnis für deren Skalenabhängigkeit zu vermitteln.</p> <p>Die Kursinhalte umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geologische und hydrogeologische Kartierung: Wasserstandsmessungen, Erstellung von Grundwasser-ergleichenkarten</li> <li>• Methoden zur Bestimmung der Wasserhaushaltsgrößen: Bestimmung der Grundwasserneubildung</li> <li>• Bestimmung hydrogeologischer und hydrochemischer Parameter: Durchführung und Auswertung von Pump-, Auffüll- („slug tests“) und Tracerversuchen</li> <li>• Anwendung von Grundwassermodellen: Prognose von Wasserbewegungen</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Angewandte Hydrogeologie
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vortrag (Vorlesung), problembasiertes Lernen (Übung und Feldeinsatz)
Verwendbarkeit des Moduls	Bachelorstudiengänge Umweltingenieurwesen Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester

Sprache	Deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Für diesen Kurs werden grundlegende Kenntnisse der hydrogeologischen und hydrogeochemischen Prozesse vorausgesetzt, und es wird daher die vorherige Teilnahme an dem Modul „Hydrologie und Hydrogeologie“ empfohlen. Darüber hinaus sollten die Studierenden über gute Kenntnisse von Microsoft Excel oder über erste Erfahrung in der Python/MATLAB Programmierung verfügen.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 4 SWS (60 Stunden) Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	5 Arbeitsberichte (jeweils 3–4 Seiten)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Adrian Mellage
Lehrende des Moduls	Dr. Lysander Bresinsky
Medienformen	PowerPoint-Präsentationen, Praktische Übungen im Gelände, Tafelanschrieb, Vorlesungsunterlagen über Moodle, Videos zur Veranschaulichung
Literatur	Langguth, H.-R. & Voigt, R. (2004). Hydrogeologische Methoden.  Kruseman, G. P. & de Ridder, N. A. (2000). Analysis and evaluation of pumping test data.  Freeze, R. A., & Cherry, J. A. (1979). Groundwater.  Healy, R.W. & Scanlon, B.R. (2010). Estimating Groundwater Recharge.

## Vertiefung Numerische Methoden der Tragwerksanalyse – Studieninformationen

In der Vertiefung Numerische Methoden der Tragwerksanalyse sind zwei der drei Vertiefungsfächer V NumTrag 1, V NumTrag 2 und V NumTrag 3 im Umfang von jeweils 12 Credits zu belegen.

V NumTrag 1	Numerische Mechanik
V NumTrag 2 a	Finite-Element-Methoden in der Baustatik I“
V NumTrag 2 b	Materialmodelle I
V NumTrag 3	Engineering Dynamics

Im Wahlpflichtbereich "Ergänzung der Vertiefung" sind Lehrveranstaltungen im Umfang von insgesamt von 18 Credits aus folgender Auswahl zu belegen:

E NumTrag 6	Tensegrity-Strukturen
E NumTrag 8	Nichtlineare Kontinuumsmechanik
E NumTrag 10	Vektor- und Tensoranalysis
E NumTrag 12	Lineare Schwingungen
E NumTrag 13	Anwendung kommerzieller FE-Software II
E NumTrag 14	Finite-Elemente-Methoden in der Baustatik II
E NumTrag 15	Materialmodelle II
V Kons 1	Massivbau – Ingenieurbauwerke
V Kons 2a	Holzbau Vertiefung – Berechnungsmethoden für Tragelemente und Verbindungen
V Kons 2b	Holzbau Vertiefung – Tragwerksentwurf und -analyse
V Kons 4a	Bodenmechanik
V Kons 4b	Grundbau

Im Rahmen der 18 Credits des Wahlpflichtbereichs „Ergänzung der Vertiefung“ kann auch das dritte Vertiefungsfach im Umfang von 12 Credits belegt werden, ebenso weitere Teilmodule aus den Vertiefungsfächern.

Im Wahlpflichtbereich "Bauingenieurwesen" mit einem Umfang von insgesamt 12 Credits gilt für die Vertiefung "Numerische Methoden der Tragwerksanalyse" folgende Regelung:

- Wenn im Bachelor-Studiengang bereits der Schwerpunkt Numerische Methoden der Tragwerksanalyse gewählt wurde: Wahl eines Moduls à 12 C oder zweier Module à 6 C aus dem Lehrangebot der Vertiefungen Baubetrieb/Baumanagement, Konstruktiver Ingenieurbau, Verkehr, Verkehrswegebau und Geotechnik, Wasser oder Werkstoffe aus dem Master-Studiengang Bauingenieurwesen (inklusive optional der korrespondierenden Schwerpunktmodule aus dem Bachelor-Studium).
- Wenn im Bachelorstudiengang ein anderer Schwerpunkt belegt worden ist: SP NumTrag I und SP NumTrag III aus dem Schwerpunkt Numerische Methoden der Tragwerksanalyse des Bachelor-Studiengangs.

Folgende Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Schlüsselqualifikationen sind für die Vertiefung sinnvoll:

- Arbeitssicherheit im Baubetrieb
- Arbeitsrecht in der Bauwirtschaft
- Bauordnungsrecht
- Privates Baurecht
- Technisches Englisch
- Machen! Experimente in der Ideenwerkstatt
- Projektmanagement
- Umweltwissen, Umweltwahrnehmung, Umweltverhalten
- Landschafts- und Naturschutzrecht

Dabei ist zu beachten, dass die entsprechenden Lehrveranstaltungen nicht bereits im Bachelor-Studium belegt worden sind; eine Doppelanrechnung ist nicht möglich.

**Zu den Modulprüfungen des Masterstudiums kann nur zugelassen werden, wer ein Beratungsangebot zur Studienplanung durch eine/n vom Prüfungsausschuss benannten Berater bzw. Beraterin nachweisen kann. Das Ergebnis der Beratung ist in einem Studienplan zu dokumentieren und vom Berater bzw. der Beraterin zu genehmigen (vgl. §8, Abs. 5 der Fachprüfungsordnung für den Masterstudiengang Bauingenieurwesen)**

---

## **Vertiefungsfächer Numerische Methoden der Tragwerksanalyse**

**V NumTrag 1 Numerische Mechanik**

Nummer/Code	V NumTrag 1
Modulname	Numerische Mechanik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Numerische Mechanik I – Lineare Finite-Elemente-Methoden</b></p> <p>Die Studierenden haben Kenntnisse zur linearen Mechanik drei- und zweidimensionaler Kontinua sowie zur Finite-Elemente-Methode für eindimensionale Kontinua und Fachwerkstrukturen. Sie haben das rudimentäre Grundwissen zur Numerischen Mechanik in einer kurzen Zusammenfassung der Bachelor Grundlagenmodule Mechanik I bis II erreicht.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die Impulsbilanz und Neumann-Randbedingungen der dreidimensionalen Elastizität in das Prinzip der virtuellen Verschiebungen zu überführen. Darauf aufbauend sind die Studierenden fähig, ebene und räumliche lineare und hochpolynomige Lagrange-Finite-Elemente für statische Analysen zu entwickeln, in ein Programm zu implementieren und zu Strukturanalysen einzusetzen. Sie nutzen die generalisierten Volumenelemente zur Diskretisierung von klassischen Bauteilen und Schalenstrukturen des Bauingenieurwesens. 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><b>Numerische Mechanik I – Fehlerschätzer und Adaptivität, alternative Diskretisierungsmethoden</b></p> <p>In dieser Lehrveranstaltung erwerben die Studierenden die Fähigkeiten die Finite-Elemente-Methode mit fundierten Fehlerschätzern zu bewerten sowie fehlerbasiert adaptive Vernetzungsstrategien anzuwenden. Als alternative Diskretisierungsverfahren lernen die Studierenden die Randelementmethode, die Finite Cell Method und die Virtual Element Method kennen. Sie sind in der Lage, ihr individuelles Finite-Elemente-Programm zur Analyse von Fehlern und zur adaptiven Vernetzung zu erweitern, zu verifizieren und anzuwenden. Die entwickelte Software wird zur adaptiven Finite-Elemente-Analyse von Verifikationsbeispielen und Bauteilen bis hin zu Schalenstrukturen angewendet.</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. Die nichtlineare Finite-Elemente-Methode ist den Studierenden in den Formen der Nichtlinearität infolge endlicher Deformationen und irreversiblen sowie nichtlinearem Materialverhalten geläufig. Die entsprechenden nichtlinearen Finiten-Elemente können von den Studierenden in das bestehende Finite-Elemente-Programm implementiert und dort getestet werden.</p> <p>Numerische Mechanik II – Nichtlineare Strukturanalyse und Stabilität</p> <p>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 zur nichtlinearen Strukturanalyse und zur Stabilitätsanalyse können von den Studierenden in das bestehende Finite-Elemente-Programm implementiert, dort getestet und zu nichtlinearen Strukturberechnungen und der Analyse der Stabilität von Strukturen angewendet werden.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (8 SWS)
Lehrinhalte	<p>Numerische Mechanik I – Lineare Finite-Elemente-Methoden</p> <p>Finite-Elemente-Methoden zur räumlichen Diskretisierung der linearen Elastostatik: Eindimensionale, ebene und räumliche Ansatzfunktionen beliebigen Polynomgrads, eindimensionale, ebene und räumliche p-Kontinuumselemente, Dreiecks- und Viereckselemente, Tetraeder- und Quaderselemente, Lagrange- und Serendipity-Elemente, isogeometrische Finite-Elemente-Methode, hierarchische Generierung hochpolynomiger Legendre-Ansatzfunktionen, Ermittlung von Elementsteigkeitsmatrizen 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 – Fehlerschätzer und Adaptivität,</p>

	<p>alternative Diskretisierungsmethoden</p> <p>Methoden der Fehlerschätzung nach Zienkiewicz–Zhu und Babuska–Reinbold sowie Methoden der adaptiven Finite-Elemente-Methode. Alternative räumliche Diskretisierungsverfahren als Ergänzung, Ersatz oder Kombinationsmöglichkeit zur Finite-Elemente-Methode: Randelementmethode, Finite Cell Method, Virtual Element Method.</p> <p>Numerische Mechanik II – Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden</p> <p>Finite-Elemente-Methoden zur räumlichen Diskretisierung der nichtlinearen Elastostatik: Grundlagen der geometrisch und materiell nichtlinearen Kontinuumsmechanik, interne Variablen, Schädigungs- und Plastizitätsmodelle, geometrisch nichtlineare Kontinuumsmechanik für Fachwerkstäbe, konsistente Linearisierung, nichtlineare 1d- und Fachwerkselemente, nichtlineare Kontinuumsselemente für geometrische und materiell nichtlineare Finite-Elemente-Analysen.</p> <p>Numerische Mechanik II – Nichtlineare Strukturanalyse und Stabilität</p> <p>Numerische Lösung nichtlinearer Finite-Elemente-Gleichungen und Stabilitätsanalyse: Last- verschiebungs- und bogenlängenkontrollierte Newton-Iterationsverfahren einschließlich Konvergenzkriterien, Stabilitätsdefinition und Ermittlung kritischer Belastungszustände mithilfe von Pfadverfolgung und erweiterten Systemen, adaptive Schrittweitensteuerung bei der Pfadverfolgung, Programmentwicklung und -verifikation, nichtlineare Strukturanalysen und Ermittlung von Durchschlags- und Verzweigungspunkten.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	<p>Numerische Mechanik I:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Lineare Finite-Elemente-Methoden</li> <li>– Fehlerschätzer und Adaptivität, alternative Diskretisierungsmethoden</li> </ul> <p>Numerische Mechanik II</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden</li> <li>– Nichtlineare Strukturanalyse und Stabilität</li> </ul>

Lehr-/Lernformen	Vorlesung, Vortragsübungen und Computerlabor. Ergänzt durch E-Learning
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Numerische Mechanik I: Jedes Wintersemester Numerische Mechanik II: Jedes Sommersemester
Sprache	Deutsch, Lernmaterial in deutscher und englischer Sprache
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Gute Kenntnisse in Mathematik und Mechanik. Für Numerische Mechanik II ist der erfolgreiche Abschluss der Lehrveranstaltung Numerische Mechanik I eine ausdrücklich empfohlene Voraussetzung.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Numerische Mechanik I: Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden Numerische Mechanik II: Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	Numerische Mechanik I: Hausarbeit zur FEM-Entwicklung und Anwendung im Computerlabor (10–20 Seiten) Numerische Mechanik II: Hausarbeit zur FEM-Entwicklung und Anwendung im Computerlabor (10–20 Seiten)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Erfolgreich abgeschlossene Hausarbeit
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 / Dr.-Ing. Stefan Descher

Medienformen	Beamerpräsentation, Computerlabor, E-Learning
Literatur	<p>Bathe, K.-J.: Finite-Elemente-Methoden. Springer Verlag, Berlin 2002</p> <p>Hughes, T.J.R: The Finite Element Method. Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis. Dover Publications, New York 2000</p> <p>Cottrell, J.A., Hughes, T.J.R., Bazilevs, Y: Isogeometric Analysis. Toward Integration of CAD and FEA, John Wiley &amp; 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 &amp; Sons, Chichester 2012</p> <p>Belytschko, T. , Liu, W.K., Moran: Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, John Wiley &amp; Sons, Chichester 2000</p> <p>Kuhl, D.: Vorlesungsmanuskripte, Vorlesungspräsentationen, Übungs- und Computerlabordokumente sowie E-Learning-Module zu Numerische Mechanik I und II.</p>

**V NumTrag 2 a Finite-Element-Methoden in der Baustatik I (=V Kons 5a)**

Nummer/Code	V Kons 5a und V NumTrag 2a
Modulname	Finite-Element-Methoden in der Baustatik I
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	In diesem Modul haben die Studierenden die lineare und geometrisch nichtlineare Finite-Element-Methode im Kontext unterschiedlicher Kontinuums- und Strukturelemente kennengelernt. Sie sind in der Lage für baupraktisch relevante Tragwerke ein geeignetes FE-Modell zu erstellen und damit lineare und nichtlineare baustatische Analysen durchzuführen. Sie haben gelernt, welche Möglichkeiten es zur Steuerung dieser Analysen gibt.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Teil 1 - Einführung: Finite-Element-Methode im Überblick, Modularer Aufbau eines FE-Codes.</p> <p>Teil 2 - Theoretische Grundlagen: Einführung in die nichtlineare Kontinuumsmechanik und in die Variationsrechnung, Methoden zur Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme</p> <p>Teil 2 - Herleitung linearer und geometrisch nichtlinearer Finite Elemente: Kontinuumselemente (Stab-, Scheiben und Volumenelemente) und Strukturelemente (Balken-, Platten- und Schalenelemente)</p> <p>Teil 3 - Geometrisch nichtlineare FE-Analyse: große Verformungen, Grenzpunkte, Stabilitätspunkte, Durchschlagen, Stabknicken, Platten- und Schalenbeulen</p> <p>Teil 4 - Strategien zur Steuerung nichtlinearer FE-Codes</p> <p>Teil 5 - Vernetzung</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Finite-Element-Methoden in der Baustatik I
(Lehr- / Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vorlesung, Übung
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	Baustatik I, Baustatik II, Nichtlineare Stabtragwerke
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	6 Hausübungen (semesterbegleitend)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	erfolgreicher Abschluss der Studienleistung
Prüfungsleistung	Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (45 Minuten)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jens Wackerfuß
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Jens Wackerfuß
Medienformen	Beamerpräsentation, Tablet PC, Tafel- und Computeraufschrieb, Internet Plattform Moodle
Literatur	Wackerfuß, J., Vorlesungsmanuskript; Knothe, K., Wessels, H., Finite Elemente – Eine Einführung für Ingenieure, Springer Vieweg, 2017; Wrigger, P., Nichtlineare Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, 2001; de Borst R., Crisfield, M.A., Remmers, J.J., Verhoosel C.V. Nichtlineare Finite-Elemente-Analyse von Festkörpern und Strukturen, Wiley-VCH, 2014; Belytschko T., Liu W.K., Moran, B., Nonlinear Finite Elements für Continua and Structures, Wiley, 2003.

**V NumTrag 2 b Materialmodelle I (=V Kons 5b)**

Nummer/Code	V Kons 5b und V NumTrag 2b
Modulname	Materialmodelle I
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	In diesem Modul haben die Studierenden mathematische Modelle zur Beschreibung von unterschiedlichen – in der Baupraxis eingesetzten – elastischen und inelastischen Materialien kennengelernt. Sie haben gelernt, wie im Rahmen einer kontinuumsmechanischen Betrachtung die jeweiligen Materialgleichungen hergeleitet werden und welche Bedeutung die darin auftretenden Parameter haben. Die Studierenden sind in der Lage die in Softwarepaketen zur Verfügung gestellten Materialmodelle kritisch zu bewerten, deren Parameter zu interpretieren und sicher im Rahmen der Tragwerksanalyse einzusetzen.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Teil 1 – Einführung: Klassifizierung von Materialverhalten; Materialien in der Baupraxis; Allgemeines zur Modellierung von Materialien; Einführung in die Kontinuumsmechanik und in die Materialtheorie.</p> <p>Teil 2 – Modelle für elastische Materialien: lineare isotrope Elastizität, lineare anisotrope Elastizität (Transversalisotropie, Orthotropie), Viskoelastizität, Verfahren zur Ermittlung der Materialparameter</p> <p>Teil 3 – Modelle für inelastische Materialien: Elastoschädigung, Elastoplastizität (isotrope und kinematische Verfestigung)</p> <p>Teil 4 – Materialmodelle im Kontext kommerzieller Baustatik-Software</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Materialmodelle I
(Lehr-/ Lernformen)	Vorlesung, Übung
Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester

Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Baustatik I, Baustatik II, Nichtlineare Stabtragwerke
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	6 Hausübungen (semesterbegleitend)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	erfolgreicher Abschluss der Studienleistung
Prüfungsleistung	Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (45 Minuten)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jens Wackerfuß
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Jens Wackerfuß
Medienformen	Beamerpräsentation, Tablet PC, Tafel- und Computeraufschrieb, Internet Plattform Moodle
Literatur	Wackerfuß, J., Vorlesungsmanuskript; Wrigger, P., Nichtlineare Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, 2001; de Borst R., Crisfield, M.A., Remmers, J.J., Verhoosel C.V. Nichtlineare Finite-Elemente-Analyse von Festkörpern und Strukturen, Wiley-VCH, 2014; Belytschko T., Liu W.K., Moran, B., Nonlinear Finite Elements für Continua and Structures, Wiley, 2003; Simo J.C., Hughes, T.J.R., Computational Inelasticity, Springer, 1997.



## V NumTrag 3 Engineering Dynamics

Nummer/Code	V NumTrag 3
Modulname	Engineering Dynamics
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Dynamics of Structures – Analytical, Experimental and Computational Linear Dynamics</b></p> <p>Die Studierenden kennen wichtige Grundlagen der Dynamik von Kontinua und Strukturen. Dabei kennen sie die fundamentalen Zugänge zur linearen Dynamik, die den Lagrange-Formalismus, das Hamilton-Prinzip und die Cauchy-Bewegungsgleichung in starker und schwacher Form beinhalten. Die Studierenden haben Kenntnis der Methoden der experimentellen Dynamik und können diese zur experimentellen Analyse der Chladni-Platten im stationären und instationären Zustand anwenden. Die Studierenden sind fähig, dynamische Ergänzungen der kontinuumsdynamischen Beschreibung und der Finite-Elemente-Methode für Stäbe, Balken und Kontinua zu verstehen und in ein bestehendes (statisches) Finite-Elemente-Programm zu implementieren. Die Einbindung inhomogener Dirichlet-Randbedingungen als Grundlage der realistischen Erdbebensimulation von Tragwerken ist den Studierenden bekannt und sie besitzen das Potenzial der programmtechnischen Realisierung. Sie sind mit der analytischen Lösung der linearen Dynamik von Oszillatoren mit einem Freiheitsgrad, der freien und angefachten Schwingung sowie der ungedämpften und gedämpften Bewegung vertraut. Die Studierenden sind mit der modalen Analyse, der modalen Transformation vertraut und sind in der Lage gekoppelte dynamische Finite-Elemente-Modelle mit wenigen Freiheitsgraden analytisch zu lösen. Die modale Reduktion und die damit verbundene reduzierte Lösung im Zeitbereich ist den Studierenden vertraut. Die Studierenden kennen die Zentrale-Differenzen-Methode als ersten und einfachsten Zugang zur Lösung numerischer Dynamik. Dabei werden ihnen Begriffe wie numerische Stabilität, bedingte Stabilität, Zeitintegrationsfehler und Genauigkeitsordnung bekannt sein. Die Studierenden sind in der Lage die Zeitintegrationsverfahren Verfahren im Structural-Dynamics-Program für dynamische Simulationen von freien, quasistatisch, periodisch und seismisch induzierten Dynamiken von Strukturen anzuwenden. Insbesondere verfügen sie über die Kompetenz der vergleichenden Untersuchung von Simulationen und Experimenten der Chladni-Dynamik bei kleinen Deformation.</p>

**Computational Dynamics – Linear and Non-Linear Dynamics of Structures**

Aufbauend auf den Kenntnissen der analytischen und experimentellen Dynamik, der Finite-Elemente-Diskretisierung und modalen Analyse der Dynamik von Strukturen sowie den Grundbegriffen der expliziten Zeitintegration der Zentralen-Differenzen-Methode sind die Studierenden in der Lage, implizite Zeitintegratoren der Newmark-Familie zu entwickeln und in die Software des Moduls 'Dynamics of Structures' zu implementieren. Sie kennen die Methodik der spektralen Analyse zur Identifikation der numerischen Eigenschaften von Newmark-Zeitintegratoren und verstehen die Zeitintegrationsparameter um ein Verfahren unbedingter Stabilität, zweiter Genauigkeitsordnung und gewünschten numerischen Dissipationseigenschaften zu parametrisieren und sind in der Lage mithilfe der Eigenfrequenzen eine adäquate Zeitschrittweite zu wählen. In gleicher Tiefe verstehen die Studierenden die kontinuierlichen und diskontinuierlichen p-Galerkin- und Runge-Kutta-Zeitintegrationsverfahren und sind in der Lage diese in die bestehende Software zu implementieren und für dynamische Strukturanalysen anzuwenden. Die Studierenden sind für dynamische Systeme mit wenigen Freiheitsgraden in der Lage den wahren Fehler mit verschiedenen Fehlerindikatoren und Fehlerschätzern zu vergleichen. Mit in Runge-Kutta-Verfahren eingebetteten Fehlerschätzern und für Galerkin-Verfahren weiterentwickelten Babuska-Reinbold-Fehlerschätzern gelingt ihnen die Qualitätssicherung und adaptive Schrittweitensteuerung der linearen Dynamik. Nach einer Einführung in die nichtlineare Kontinuumsdynamik verstehen die Studierenden die wesentlichen Unterschiede linearer und nichtlinearer Strukturdynamik. Sie erkennen die Newton-Iterationsverfahren als essenziell neue Methode der nichtlinearen Dynamik und kennen die dazu notwendige Methoden der Linearisierung in den Ebenen der Kontinuumsdynamik, der Finiten-Elemente-Methode und der Zeitintegrationsverfahren. Der Verlust der Eigenschaft numerische Stabilität klassischer Newmark-Verfahren im nichtlinearen Kontext und die Definition der Energie-Stabilität ist den Studierenden bekannt. Sie kennen die Energie-Momentum-Method und die Galerkin-Verfahren als stabile Zeitintegratoren der nichtlinearen Strukturdynamik und sind in der Lage diese Verfahren im Structural-Dynamics-Program zu implementieren und auf dynamische Simulationen von freien, quasistatisch, periodisch und seismisch induzierten Dynamik von Strukturen anzuwenden. Insbesondere verfügen sie über die Kompetenz der vergleichenden Untersuchung von Simulationen und Experimenten der Chladni-Dynamik bei großen Deformation und resultierender Membranversteifung.

Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (8 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Dynamics of Structures – Analytical, Experimental and Computational Linear Dynamics</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamik von Kontinua und Strukturen</li> <li>• Lagrange-Formalismus, Hamilton-Prinzip und Cauchy-Bewegungsgleichung</li> <li>• starke und schwache Form von Differenzialgleichungen der Dynamik für Kontinua und Strukturen</li> <li>• Methoden der experimentellen Dynamik</li> <li>• Experimentelle Chladni-Dynamik im eingeschwungenen und anfachenden Zustand</li> <li>• dynamische Ergänzungen der kontinuumsdynamischen Beschreibung und der Finite-Elemente-Methode für Stäbe, Balken und Kontinua</li> <li>• inhomogene Dirichlet-Randbedingungen als Grundlage realistischer Erdbebensimulationen von Tragwerken</li> <li>• analytische Lösung der linearen Dynamik von Oszillatoren mit einem Freiheitsgrad bei freier und angefachter Schwingung</li> <li>• modale Analyse, modale Transformation und modale Reduktion</li> <li>• Methode der analytischen Lösung von Mehrfreiheitsgraddynamiken und modal reduzierten Bewegungsgleichungen</li> <li>• Zeitbereichslösung mit der Zentrale-Differenzen-Methode</li> <li>• numerische Stabilität, bedingte Stabilität, Zeitintegrationsfehler und Genauigkeitsordnung</li> </ul> <p><b>Computational Dynamics – Linear and Non-Linear Dynamics of Structures</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamik von Kontinua und Strukturen</li> <li>• implizite Zeitintegratoren der Newmark-Familie</li> <li>• Methode der spektralen Analyse zur Identifikation der numerischen Eigenschaften von Zeitintegratoren</li> <li>• kompetenzbasierte Wahl der Zeitintegrationsparameter für Verfahren unbedingter Stabilität, zweiter Genauigkeitsordnung und gewünschter numerischen Dissipation</li> <li>• adäquate, eigenwertbasierte Wahl der Zeitschrittweite</li> <li>• Fehlerschätzer und -indikatoren für Newmark-Zeitintegrationsverfahren</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kontinuierliche und diskontinuierliche p-Galerkin-Zeitintegrationsverfahren</li> <li>• Runge-Kutta-Zeitintegrationsverfahren</li> <li>• Fehlerschätzer für Runge-Kutta und Galerkin-Zeitintegratoren</li> <li>• Adaptive Schrittweitensteuerung</li> <li>• Nichtlineare Kontinuumsdynamik und nichtlineare Erweiterung des Hamilton-Prinzips</li> <li>• Nichtlineare Finite-Elemente-Methode der Strukturdynamik</li> <li>• inhomogene Dirichlet-Randbedingungen bei nichtlinearer Dynamik</li> <li>• Newton-Iterationsverfahren und konsistente Linearisierung von Kontinuumsdynamik in starker und schwacher Form und von Finite-Element-Bewegungsgleichungen</li> <li>• Anwendung von Newmark-Zeitintegratoren auf nichtlineare Dynamik und Identifikation deren numerischen Stabilitätsverlustes</li> <li>• Definition von Stabilitäts- und Genauigkeitskriterien der nichtlinearen Dynamik</li> <li>• Energieerhaltende- und dissipierende Verfahren der Newmark-Familie</li> <li>• Energieerhaltende- und dissipierende Verfahren der p-Galerkin-Zeitintegration</li> <li>• Fehlerschätzung und adaptive Schrittweitensteuerung der nichtlinearen Dynamik</li> <li>• Simulation von nichtlinearen Strukturdynamiken unter quasistatischer und dynamischer Beanspruchung sowie unter seismischen Einwirkungen</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	<p><b>Dynamics of Structures – Analytical, Experimental and Computational Linear Dynamics</b></p> <p><b>Computational Dynamics – Linear and Non-Linear Dynamics of Structures</b></p>
Lehr-/Lernformen	<p>Vorlesung mittels Tablet PC, Tafelanschrieb und Beamer, ergänzt durch E-Learning</p> <p>Numerische Übungsbeispiele, Entwicklung und Einsatz von Computerprogrammen in MATLAB Programmierumgebung im Computerlabor des Fachgebietes</p> <p>Experiment im Labor an realen Chaldni-Strukturen</p>
Verwendbarkeit des Moduls	<p>Masterstudiengang Bauingenieurwesen</p>

Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Dynamics of Structures – Analytical, Experimental and Computational Linear Dynamics: Jedes Wintersemester Computational Dynamics – Linear and Non-Linear Dynamics of Structures: Jedes Sommersemester
Sprache	Vorzugsweise englisch, sollten alle Teilnehmenden deutschsprachig sein deutsch. Lernmaterialien in englischer und deutscher Sprache
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Gute Kenntnisse in Mathematik und Mechanik, für Computational Dynamics – Linear and Non-Linear Dynamics of Structures ist der erfolgreiche Abschluss von Dynamics of Structures – Analytical, Experimental and Computational Linear Dynamics eine nachdrücklich empfohlene Voraussetzung.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Dynamics of Structures – Analytical, Experimental and Computational Linear Dynamics Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden  Computational Dynamics – Linear and Non-Linear Dynamics of Structures Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	Dynamics of Structures – Analytical, Experimental and Computational Linear Dynamics: Versuchsbericht/Hausarbeit (10–20 Seiten)  Computational Dynamics – Linear and Non-Linear Dynamics of Structures: Versuchsbericht/Hausarbeit (10–20 Seiten)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Dynamics of Structures – Analytical, Experimental and Computational Linear Dynamics: Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)  Computational Dynamics – Linear and Non-Linear Dynamics of Structures: 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, Computer- und Experimentallabor, E-Learning
Literatur	<p>Bathe, K.-J.: Finite Element Procedures, 1996</p> <p>Crisfield, M.A.: Non-Linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. Volume 1: Essentials, 1991</p> <p>Crisfield, M.A.: Non-Linear Finite Element Analysis of Solids and Structures. Volume 2: Advanced Topics, 1997</p> <p>Wriggers, P.: Nonlinear Finite Element Methods, 2008</p> <p>Belytschko, T., Hughes, T.J.R.: Computational Methods for Transient Analysis, 1983</p> <p>Har, J., Tamma, K.K.: Advances in Computational Dynamics of Particles, Materials and Structures, 2012</p> <p>Kuhl D.: Vorlesungsskripte Dynamics of Structures und Computational Dynamics, Universität Kassel, aktuelle Ausgabe</p>

## **Module aus der Ergänzung der Vertiefung Numerische Methoden der Tragwerksanalyse**

**E NumTrag 6 Tensegrity-Strukturen**

Nummer/Code	E NumTrag 6
Modulname	Tensegrity-Strukturen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Teil 1 Geschichte und Entwurf tensegrer Strukturen</p> <p>Die Studierenden kennen die historische Entwicklung, die Definition und Anwendungen tensegrer Strukturen im Ingenieurwesen. Sie sind in der Lage, im Labor erste tensegre Modellstrukturen zu entwickeln und ihre mechanischen Eigenschaften zu erfahren. Final sind die Studierenden in der Lage, in einem kreativen Prozess eigenständig eine fortschrittliche tensegre Tragstruktur zu entwickeln und im Modellmaßstab zu bauen und experimentell mechanisch zu analysieren.</p> <p>Teil 2 Computational Tensegrity Mechanics</p> <p>Die Studierenden kennen die Modellbildung und die numerische Simulation tensegrer Strukturen, um diese in einem computergestützten Formfindungsprozess zu nutzen. Final sind die Studierenden in der Lage, ihren Tragwerksentwurf zu entwickeln und mit Computersimulationen und Experimenten seine mechanischen Eigenschaften zu analysieren.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (2+2 SWS)
Lehrinhalte	<p>Teil 1 Geschichte und Entwurf tensegrer Strukturen</p> <p>Geschichte tensegrer Strukturen, Definition offener und geschlossener tensegrer Strukturen, Entwurfsmethoden und experimentelle Methoden der Formfindung,</p> <p>Teil 2 Computational Tensegrity Mechanics</p> <p>Mechanische Modellbildung und numerische Lösungsverfahren, computerorientierte Methoden der Formfindung, experimentelle und numerische Analyse der Struktureigenschaften bei statischer und dynamischer Belastung.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Tensegrity-Strukturen. Geschichte und Entwurf tensegrer Strukturen. Computational Tensegrity Mechanics
Lehr-/Lernformen	Impulsvorträge, Entwurfswerkstatt, Entwurfspräsentation, virtuelles und reales Tensegrity-Labor



Verwendbarkeit des Moduls	Gesamtmodul: Masterstudiengang Bauingenieurwesen Teil 1 Geschichte und Entwurf tensegrer Strukturen: Angebot Additive Schlüsselkompetenzen der Universität Kassel
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Teil 1 Geschichte und Entwurf tensegrer Strukturen: keine Teil 2 Computational Tensegrity Mechanics: Grundkenntnisse in Mathematik, Mechanik und Finite-Elemente-Methoden
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	Gesamtmodul: Hausarbeit (10–20 Seiten) zur Entwicklung einer tensegren Struktur und der Analyse ihrer mechanischen Eigenschaften
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Gesamtmodul: Entwurf und Entwurfspräsentation zu Teil 1 (20 min.) und Klausur (60 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)  Für additive Schlüsselkompetenzen Teil 1: Entwurf und Entwurfspräsentation (20 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6 für Gesamtmodul (3 C Teil 1)
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.–Ing. habil. Detlef Kuhl
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.–Ing. habil. Detlef Kuhl, Dr.–Ing. habil. Valter Böhm (TU-Ilmenau)
Medienformen	Beamerpräsentation, Entwurfswerkstatt, virtuelles und reales Tensegrity-Labor, E-Learning

Literatur	<p>Fuller, R. B.: Synergetics. Explorations in the Geometry of Thinking. Macmillan Publishing, New York 1975</p> <p>Motro, R.: Tensegrity. Structural Systems for the Future. Hermes Science Publishing, London 2003</p> <p>Bing, W.B.: Free-Standing Tension Structures. From Tensegrity Systems to Cable-Strut System. Taylor &amp; Francis, Oxfordshire 2004</p>
-----------	---

**E NumTrag 8 Nichtlineare Kontinuumsmechanik**

Nummer/Code	E NumTrag 8
Modulname	Nichtlineare Kontinuumsmechanik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden haben sich folgende Fähigkeiten angeeignet:</p> <p>Kenntnisse: Theoretische Kenntnisse auf dem Gebiet der nichtlinearen Kontinuumsmechanik und ihrer Anwendungen.</p> <p>Fertigkeiten: numerische Strukturanalyse bei großen Deformationen</p> <p>Kompetenzen: Verständnis der Kinematik und Kinetik des nichtlinearen Kontinuums, Modellentwicklung und Interpretation der Ergebnisse. Die Studierenden sind in der Lage, sich anhand von Literatur in verwandte Spezialprobleme einzuarbeiten.</p> <p>Einbindung in die Berufsvorbereitung: Kenntnisse in der Kontinuumsmechanik sind der theoretische Hintergrund für strukturmechanische Berechnungen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VLmP 3 SWS, Ü 1 SWS
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Tensoralgebra und -analysis,</li> <li>• Beschreibung der finiten Deformation materieller Körper,</li> <li>• Kinetik des Kontinuums,</li> <li>• Bilanzgleichungen der Thermodynamik und Mechanik,</li> <li>• Einführung in die Materialtheorie.</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Kontinuumsmechanik
Lehr-/Lernformen	Vorlesung, Übungen
Verwendbarkeit des Moduls	<p>Bachelorstudiengang Umweltingenieurwesen</p> <p>Masterstudiengänge Bau- und Umweltingenieurwesen</p>
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jährlich im Wintersemester
Sprache	deutsch

Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Mechanik I + II
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	3 SWS VL (45 Std.), 1 SWS Ü (15 Std.), Selbststudium (120 Std.)
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	mündliche Prüfung (45 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Ricoeur
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Ricoeur; Dr.-Ing. Andreas Warkentin
Medienformen	Tafelanschrieb; Skript
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betten: Kontinuumsmechanik, Springer, 2001;</li> <li>• Altenbach, H. Altenbach: Einführung in die Kontinuumsmechanik, Teubner, 1994;</li> <li>• C. Eringen: Mechanics of Continua, Robert E. Krieger Pub., 1989;</li> <li>• P. Haupt: Continuum Mechanics and Theory of Materials, Springer, 2002.</li> </ul>

**E NumTrag 10 Vektor- und Tensoranalysis**

Nummer/Code	E NumTrag 10
Modulname	Vektor - und Tensoranalysis
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Vektoranalysis</b></p> <p>Die Studierenden haben Kenntnisse zur Topologie des Raumes <math>\mathbb{R}^n</math> und sind in der Lage Teilmengen des <math>\mathbb{R}^n</math> zu klassifizieren. Sie haben des Weiteren eine anschauliche Vorstellung der Begriffe Stetigkeit und Differenzierbarkeit. Die Studierenden können zwischen Wegen, Skalarfeldern und Vektorfeldern unterscheiden und verfügen über physikalische Anwendungen der jeweiligen Begriffe. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage eine notwendige und eine hinreichende Bedingung dafür anzugeben, dass ein Vektorfeld ein Potential besitzt. Außerdem sind die Studierenden fähig, die Länge eines Weges zu berechnen und Vektorfelder entlang von Wegen zu integrieren. Sie verfügen über rudimentäre Kenntnisse zu den Grundlagen der Variationsrechnung. Insbesondere können sie die Euler-Lagrange-Gleichungen zu einem gegebenen Variationsproblem aufstellen. Es herrscht Sicherheit im Umgang mit den Differentialoperatoren Gradient, Divergenz und Rotation, sowie mit dem Laplace-Operator. Abschließend sind die Studierenden in der Lage Skalar- und Vektorfelder über gekrümmte Flächen zu integrieren. Sie wissen, was man unter dem Fluss eines Vektorfeldes durch eine Fläche versteht und können die Integralsätze von Gauß und Stokes sowohl formulieren, als auch einsetzen.</p> <p><b>Tensoranalysis</b></p> <p>In dieser Lehrveranstaltung haben die Studierenden die Fähigkeiten erworben lineare und multilineare Strukturen zu erkennen und mit diesen zu arbeiten. Insbesondere sind die Studierenden in der Lage, Eigenwertprobleme in unendlich-dimensionalen Vektorräumen (Funktionsräumen) zu verstehen. Sie sind außerdem mit dem Konzept des Dualraumes vertraut. Ebenso haben die Studierenden Tensoren als spezielle Typen von multilinearen Abbildungen kennengelernt und können mit diesen rechnen. Sie sind in der Lage praktische Anwendungen der Tensorrechnung zu geben. Darüber hinaus können die Studierenden Differentialrechnung im Kontext von Tensoren betreiben, was die Grundlage für ein rudimentäres Verständnis der Riemannschen Geometrie liefert.</p>

	Abschließend haben die Studierenden Kenntnisse erworben, die es ihnen ermöglichen die Hilbertraumtheorie im Kontext von speziellen Funktionenräumen (Sobolevräumen) einzusetzen.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Vektoranalysis:</p> <p>Der Raum <math>\mathbb{R}^n</math>, Skalar- und Vektorfelder, Wege und ihre Länge, Variationsrechnung, Wegintegrale, Operatoren der mathematischen Physik, Untermannigfaltigkeiten des <math>\mathbb{R}^n</math>, die Integralsätze</p> <p>Tensoranalysis:</p> <p>Lineare Strukturen, Tensoren, Operationen von Tensoren, Ableitungen von Tensoren, Integralsätze, Funktionenräume</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	<p>Vektoranalysis</p> <p>Tensoranalysis</p>
(Lehr- / Lernformen) Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung und Übung
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	<p>Vektoranalysis: Jedes Sommersemester</p> <p>Tensoranalysis: Jedes Wintersemester</p>
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>Vektoranalysis:</p> <p>Präsenzzeit: 60 Stunden</p> <p>Selbststudium: 30 Stunden</p> <p>Tensoranalysis:</p>

	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 30 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Separate Prüfung der Lehrveranstaltungen Vektoranalysis: Klausur (45 min.) Tensoranalysis: Klausur (45 min.) oder Prüfung des gesamten Moduls: Vektor- und Tensoranalysis: Klausur (90 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Ricoeur
Lehrende des Moduls	Dipl.-Math. Daniel Wallenta
Medienformen	Tafelanschrieb
Literatur	R. Courant/D. Hilbert: Methoden der mathematischen Physik I Springer Verlag, Berlin – Heidelberg – New York  H. Vogel: Gerthsen Physik, Springer, Heidelberg  H. Amann, J. Escher: Analysis I–III, Birkhäuser, Basel Boston Berlin  H. Fischer/H. Kaul: Mathematik für Physiker, Teubner, Stuttgart  D. Wallenta: Vorlesungsmanuskripte zu Vektoranalysis und Tensoranalysis

**E NumTrag 12 Lineare Schwingungen**

Nummer/Code	E NumTrag 12
Modulname	Lineare Schwingungen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden verfügen über Kenntnisse und Fertigkeiten in der Behandlung diskreter linearer Schwingungssysteme mit mehreren Freiheitsgraden. Hierbei verfügen sie über vertiefte Kenntnisse der Lösungstheorie, der analytischen Methoden und haben grundlegende Begriffe der numerischen Behandlung kennengelernt. Die Studierenden sind in der Lage, praktische Fragen des Ingenieurwesens vor dem Hintergrund der theoretischen Erkenntnisse zu bewerten.</p> <p>Zunächst werden zeitinvariante lineare Systeme (LTI) der Form MDGKN behandelt. Dabei wird u.a. auf die physikalische Bedeutung und die mathematische Struktur der Systemmatrizen eingegangen und vor diesem Hintergrund das Ergebnis interpretiert.</p> <p>Darüber hinaus wird die Behandlung in Zustandsform diskutiert. Für Systeme erster Ordnung wird die allg. Lösungstheorie auf Basis der Fundamentalmatrix diskutiert. Mittels der Jordan-Normalform wird die allg. Struktur der homogenen Lösungen (auch für mehrfache Eigenwerte) sowie der Fundamentalmatrix hergeleitet. Sie kennen wesentliche geometrische Strukturen der linearen Systeme im Zustandsraum (singuläre Punkte, Fluss,...).</p> <p>Abschließend werden Grundlagen zeitvarianter linearer Systeme besprochen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (3+1 SWS)
Lehrinhalte	<p>1) invariante lineare Systeme der Form MDGKN</p> <p>a) freie Schwingungen: allg. Darstellung von MDGKN-Systemen, hermitesche quadr. Formen, Definitheit von Matrizen, Eigenwerte &amp; Eigenvektoren, Lage der Eigenwerte, Normierung von Eigenvektoren, Existenz reeller Eigenvektoren / Interpretation komplexer Eigenvektoren, doppelter Null-Eigenwert, Rayleigh-Quotient, Sätze von Dunkerley&amp;Southwell, vollst./durchdringende Dämpfung, modale Dämpfung, Verhalten von MK, MDK, MGK, MKN-Systemen</p> <p>b) erzwungene Schwingungen von MK-, MDK, MDGK- und MDGKN-Systemen mittels Frequenzgangmatrix und modaler Entkopplung</p> <p>Technische Beispiele</p> <p>2) zeitinvariante lineare Systeme in Zustandsform:</p> <p>a) Homogene Lösung</p> <p>allg. Lösungstheorie, Ähnlichkeitstransformation / Jordan-Normalform, Darstellung der Fundamentalmatrix, Dynamik im Zustandsraum nahe singulärer Punkte</p>



	b) partikuläre Lösung Frequenzgangmatrix, Faltungsintegral, Variation der Konstanten 3) Zeitvariante Systeme: Floquet-Normalform
Titel der Lehrveranstaltungen	Lineare Schwingungen
Lehr-/Lernformen	Vortrag in Vorlesung und Übung; Selbststudium, strukturiert und unterstützt durch Übungsaufgaben; Teilweise rechnergestützte Bearbeitung
Verwendbarkeit des Moduls	M. Sc. Bauingenieurwesen, Wahlpflichtmodul der Vertiefung Numerische Methoden der Tragwerksanalyse. B. Sc. Maschinenbau, Wahlpflichtmodul des Schwerpunktes Angewandte Mechanik. M. Sc. Maschinenbau, Wahlpflichtmodul des Schwerpunktes Angewandte Mechanik.
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. Kenntnisse in Schwingungstechnik und Maschinendynamik / Technischer Schwingungslehre
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	–
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	mündliche Prüfung (45 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.–Ing. Hartmut Hetzler
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.–Ing. Hartmut Hetzler
Medienformen	Vortrag (Folienpräsentation, Tafelanschrieb), Übung

---

Literatur	Literaturliste wird zu Beginn der Veranstaltung ausgegeben; Vorlesungsfolien werden bereitgestellt
-----------	--

---

**E NumTrag 13 Anwendung kommerzieller FE-Software II**

Nummer/Code	
Modulname	Anwendung kommerzieller FE-Software II
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	In diesem Modul haben die Studierenden den Umgang und die Möglichkeiten nichtlinearer Berechnungen mit kommerzieller FE-Software kennengelernt. Sie haben gelernt, Grenzen linearer Berechnungen zu erkennen und die Erfordernisse geeigneter nichtlinearer Untersuchungen anhand baupraktisch relevanter Stab- und Flächentragwerke zu bewerten. Studierende haben gelernt, nichtlinear ermittelte FEM Ergebnisse zu interpretieren und Strategien zur Bewertung der programmseitigen Lösungen zu entwickeln.
Lehrveranstaltungsarten	S (4 SWS)
Lehrinhalte	Berechnungen unter Berücksichtigung geometrisch nichtlinearer Aspekte (Stabilität, Beulen); Berechnungen unter Berücksichtigung materiell nichtlinearer Aspekte (nichtlineares Materialverhalten); Berechnungen unter Berücksichtigung strukturell nichtlinearer Aspekte (Ausfall von Tragwerksglieder); Steuerung der eigentlichen FE-Berechnung; Ausgabe und Interpretation der Ergebnisse; Spektrum und Grenzen der Anwendbarkeit von FE-Programmen.
Titel der Lehrveranstaltungen	Anwendung kommerzieller FE-Software II
(Lehr- / Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Arbeiten am PC (PC-Labor); freiwillige Hausübungen (wöchentlich)
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Grundkenntnisse in der Handhabung der FE-Software „Sofistik“; Anwendung kommerzieller FE-Software I; Finite-Element-Methoden in der Baustatik I

Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 Minuten) in Kombination mit Softwareanwendung
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jens Wackerfuß
Lehrende des Moduls	Dr.-Ing. Andreas Jäger-Cañás
Medienformen	Beamerpräsentation, Tablet PC, Tafel- und Computeraufschrieb, Internet Plattform Moodle
Literatur	Barth, C. und Rustler, W.: Finite Elemente in der Baustatik-Praxis, Beuth; Rombach G. Anwendung der Finite-Elemente-Methode im Betonbau, Ernst W. + Sohn Verlag; Kraus, M. und Kindmann, R.: Finite-Elemente-Methoden im Stahlbau; Hartmann, F., Katz, C.: Statik mit finiten Elementen, Springer Vieweg.

**E NumTrag 14 Finite-Elemente-Methoden in der Baustatik II**

Nummer/Code	
Modulname	Finite-Element-Methoden in der Baustatik II
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Aufbauend auf dem Modul „Finite-Element-Methoden in der Baustatik I“ haben die Studierenden in diesem Modul erweiterte nichtlineare Finite-Element-Formulierungen kennengelernt und können diese hinsichtlich ihrer Genauigkeit, Effizienz und Stabilität beurteilen. Sie haben gelernt, wie diese Formulierungen im Kontext von stark nichtlinearen baustatischen Fragestellungen (z.B. postkritischer Bereich) einzusetzen sind. Zudem wissen die Studierenden, wie nichtlineare FE-Codes im Kontext solcher Fragestellungen arbeiten und welche Maßnahmen beim Auftreten möglicher numerischer Probleme getroffen werden müssen.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	Einführung in die Variationsrechnung; FE-Formulierungen zur Vermeidung von Locking-Effekten; gemischte FE-Formulierungen; geometrisch exakte Balken- und Schalenelemente unter Berücksichtigung von großen Rotationen; Stabilitätsanalysen im postkritischen Bereich; Strategien zur Steuerung von stark nichtlinearen Problemen mit FE-Codes; Einführung in den Forschungscode dockSIM; Aspekte der algorithmischen Umsetzung und Implementierung von nichtlinearen FE-Formulierungen.
Titel der Lehrveranstaltungen	Finite-Element-Methoden in der Baustatik II
(Lehr- / Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vorlesung, Übung
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	

Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Finite-Element-Methoden in der Baustatik I
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	6 Hausübungen (semesterbegleitend)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	erfolgreicher Abschluss der Studienleistung
Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung (45 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jens Wackerfuß
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Jens Wackerfuß
Medienformen	Beamerpräsentation, Tablet PC, Tafel- und Computeraufschrieb, Internet Plattform Moodle
Literatur	Wackerfuß, J., Vorlesungsmanuskript; Knothe, K., Wessels, H., Finite Elemente – Eine Einführung für Ingenieure, Springer Vieweg, 2017; Wrigger, P., Nichtlineare Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, 2001; de Borst R., Crisfield, M.A., Remmers, J.J., Verhoosel C.V. Nichtlineare Finite-Elemente-Analyse von Festkörpern und Strukturen, Wiley-VCH, 2014; Belytschko T., Liu W.K., Moran, B., Nonlinear Finite Elements für Continua and Structures, Wiley, 2003.

**E NumTrag 15 Materialmodelle II**

Nummer/Code	
Modulname	Materialmodelle II
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Aufbauend auf dem Modul „Materialmodelle I“ haben die Studierenden in diesem Modul erweiterte nichtlineare Materialmodelle zur Beschreibung von großen elastischen und großen plastischen Verzerrungen kennengelernt. Sie haben die grundlegende Herangehensweise bei der Herleitung, der algorithmischen Aufbereitung sowie der Implementierung solcher Materialmodelle kennengelernt. Zudem haben die Studierenden den Umgang mit existierenden Material-Bibliotheken sowie mit (von gängiger Simulationssoftware zur Verfügung gestellten) Materialschnittstellen kennengelernt.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	Kontinuumsmechanische Grundlagen; Materialmodelle für große elastische Verzerrungen; Materialmodelle für große plastische Verzerrungen; Algorithmische Umsetzung von Materialmodellen;  Einbetten von existierenden Material-Bibliotheken; Implementierung von Materialmodellen (in kommerzielle Programme und in den Forschungscode dockSIM)
Titel der Lehrveranstaltungen	Materialmodelle II
(Lehr- / Lernformen)  Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vorlesung, Übung
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	Finite-Element-Methoden in der Baustatik I
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Materialmodelle I
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	6 Hausübungen (semesterbegleitend)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	erfolgreicher Abschluss der Studienleistung
Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung (45 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Jens Wackerfuß
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Jens Wackerfuß
Medienformen	Beamerpräsentation, Tablet PC, Tafel- und Computeraufschrieb, Internet Plattform Moodle
Literatur	Wackerfuß, J., Vorlesungsmanuskript; Wrigger, P., Nichtlineare Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, 2001; de Borst R., Crisfield, M.A., Remmers, J.J., Verhoosel C.V. Nichtlineare Finite-Elemente-Analyse von Festkörpern und Strukturen, Wiley-VCH, 2014; Belytschko T., Liu W.K., Moran, B., Nonlinear Finite Elements für Continua and Structures, Wiley, 2003; Simo J.C., Hughes, T.J.R., Computational Inelasticity, Springer, 1997.



## Vertiefung Verkehrswegebau und Geotechnik – Studieninformationen

In der Vertiefung Verkehrswegebau und Geotechnik sind die Vertiefungsfächer V Stra 1 und V Stra 2 im Umfang von jeweils 12 Credits zu belegen.

V Stra 1a	Konstruktiver Verkehrswegebau
V Stra 1b	Rheologie und Gebrauchsverhalten von Straßenbaustoffen
V Stra 2a	Bodenmechanik (=V Kons 4a)
V Stra 2b	Grundbau (=V Kons 4b)

Im Wahlpflichtbereich "Ergänzung der Vertiefung" sind Lehrveranstaltungen im Umfang von insgesamt von 18 Credits aus folgender Auswahl zu belegen:

E Stra 1	Offshore Foundations
V Ver 1a	Öffentlicher Personennahverkehr
V Ver 2a	Verkehrstechnik II
E Ver 2	Bahnbau und Bahnbetrieb
E Ver 3	Ingenieurvermessung und Geoinformationssysteme
E Ver 4	Nachhaltige Verkehrsinfrastruktur
E Ver 5	Vertiefung Straßenentwurf
V Bau 2	Baubetriebswirtschaft
Teilmodul „Fertigungsorganisation und Baustellenmanagement“ aus V Bau 1 Bauorganisation und Bauverfahren	
V Kons 1	Massivbau-Ingenieurbauwerke
V Was 2	Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen
V NumTrag 1	Numerische Mechanik
V Werk 1	Nano- und Mikrostrukturanalyse von Baustoffen
E Kons 4	Spezialfragen der Geotechnik 1
E Kons 5	Spezialfragen der Geotechnik 2
E Bau 6	Bauabfälle und Deponien

Im Wahlpflichtbereich "Bauingenieurwesen" mit einem Umfang von insgesamt 12 Credits gilt für die Vertiefung "Verkehrswegebau und Geotechnik" folgende Regelung:

- Wenn im Bachelor-Studiengang bereits der Schwerpunkt Straßenbau gewählt wurde: Wahl eines Moduls à 12 C oder zweier Module à 6 C aus dem Lehrangebot der Vertiefungen Baubetrieb/Baumanagement, Konstruktiver Ingenieurbau, Numerische Methoden der Tragwerksanalyse, Verkehr, Wasser oder Werkstoffe aus dem Master-Studiengang Bauingenieurwesen (inklusive optional der korrespondierenden Schwerpunktmodule aus dem Bachelor-Studium).
- Wenn im Bachelorstudiengang ein anderer Schwerpunkt belegt worden ist: SP Stra I und SP Stra III aus dem Schwerpunkt Straßenbau des Bachelor-Studiengangs.

Folgende Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Schlüsselqualifikationen sind für die Vertiefung sinnvoll:

- Arbeitssicherheit im Baubetrieb
- Arbeitsrecht in der Bauwirtschaft
- Bauordnungsrecht
- Privates Baurecht
- Technisches Englisch
- Machen! Experimente in der Ideenwerkstatt
- Projektmanagement
- Umweltwissen, Umweltwahrnehmung, Umweltverhalten
- Landschafts- und Naturschutzrecht

Dabei ist zu beachten, dass die entsprechenden Lehrveranstaltungen nicht bereits im Bachelor-Studium belegt worden sind; eine Doppelanrechnung ist nicht möglich.

**Zu den Modulprüfungen des Masterstudiums kann nur zugelassen werden, wer ein Beratungsangebot zur Studienplanung durch eine/n vom Prüfungsausschuss benannten Berater bzw. Beraterin nachweisen kann. Das Ergebnis der Beratung ist in einem Studienplan zu dokumentieren und vom Berater bzw. der Beraterin zu genehmigen (vgl. §8, Abs. 5 der Fachprüfungsordnung für den Masterstudiengang Bauingenieurwesen).**

---

## **Vertiefungsfächer Verkehrswegebau und Geotechnik**

**V Stra 1a Konstruktiver Verkehrswegebau**

Nummer/Code	V Stra 1a
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, neue Straßenbaustoffe bewerten und die Auswirkungen auf den Lebenszyklus der Verkehrswegebefestigung abschätzen. Durch die Bearbeitung der Hausübungen und Laborpraktika in Gruppenarbeit konnten die Studierende ihre Kommunikations- und Organisationskompetenz ausbauen.
Lehrveranstaltungsarten	VL + Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>LV 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, Verfahren zur Lebenszyklusbewertung von Straßenbaustoffen,  Erstellung einer Erstprüfung für Asphaltmischgut (Laborpraktikum).</p> <p>LV Dimensionierung von Verkehrswegebefestigungen:</p> <p>Beanspruchungen in Verkehrswegebefestigungen,  Rechnerische Dimensionierung von Straßenbefestigungen unter Berücksichtigung der Baustoffeigenschaften und der Einwirkungen aus Verkehr und Wetter,  Abschätzung der Nutzungsdauer von Straßenbefestigungen,  Befestigungen des ländlichen Wegebaus.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Dimensionierung von Verkehrswegebefestigungen (DimV) Qualitätssicherung im Verkehrswegebau (QSV)
(Lehr- / Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Frontalunterricht, Projektlernen, Gruppenarbeit, Laborpraktikum
Verwendbarkeit des Moduls	M. Sc. Bauingenieurwesen, Vertiefungsmodul (Pflicht) in Vertiefung „Verkehrswegebau und Geotechnik“

	<p>M. Sc. Bauingenieurwesen, Ergänzungsmodul (Wahlpflicht) in Vertiefung „Verkehr“</p> <p>M. Sc. Umweltingenieurwesen, Ingenieurwissenschaften Schwerpunktmodul (Wahlpflicht) in Vertiefung „Umwelt und Verkehr“</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	<p>VL „Straßenbautechnik“ (Modul „Straßenbau und -entwurf“) – B.Sc.</p> <p>Modul „Gebrauchsverhalten und Rheologie von Baustoffen im Verkehrswegebau“ – M. Sc.</p>
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>– Kontaktstudium 41 h</p> <p>– Selbststudium: 138 h (inkl. Hausübung, Laborpraktikum, Prüfungsvorbereitung)</p>
Studienleistungen	<p>Hausübung „Rechnerische Dimensionierung einer Straßenbefestigung“ (ca. 40 h)</p> <p>Laborpraktikum „Erstprüfung von Asphalt“ (ca. 20 h)</p>
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	–
Prüfungsleistung	schriftliche Prüfung (Klausur) à 90 Min oder mündl. Prüfung (30 Min.)
Anzahl Credits für das Modul	6, inkl. 1 ECTS „Kommunikationskompetenz“ und 1 ECTS „Organisationskompetenz“
Modulverantwortliche/r	Mollenhauer
Lehrende des Moduls	Mollenhauer
Medienformen	Beamer, Tafel, Laborpraktikum, Software
Literatur	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben.

**V Stra 1b Rheologie und Gebrauchsverhalten von Straßenbaustoffen**

Nummer/Code	V Stra 1 b
Modulname	Rheologie und Gebrauchsverhalten von Straßenbaustoffen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierende haben die grundlegenden Kenntnisse über die Rheologie erlernt und beherrschen Stoffgesetze zur Beschreibung des Spannungs-/Verformungsverhalten von viskoelastischen Baustoffen. Die benötigten Modellparameter können 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"> <li>– Performance-Eigenschaften von Straßenbaustoffen (Steifigkeit, Rissresistenz/Festigkeit, Verformungsverhalten, Ermüdungswiderstand, Haftverhalten, Dauerhaftigkeit, Oberflächeneigenschaften),</li> <li>– Rheologie (Grundelemente, Viskoelastizität, einfache Modellbildung zur Analyse der Verformungseigenschaften von Straßenbaustoffen),</li> <li>– Einfluss der Baustoffkomponenten und der Baustoffzusammensetzung auf das mechanische Verhalten von Asphalt,</li> <li>– Tragfähigkeit von Konstruktionsschichten im Verkehrswegebau,</li> <li>– Bauen auf wenig tragfähigem Untergrund,</li> <li>– Ansprache des Gebrauchsverhaltens von Asphalt im Labor.</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Rheologie und Gebrauchsverhalten von Straßenbaustoffen (RGS)
Lehr-/Lernformen	Projektlernen, Gruppenarbeit, Laborpraktikum
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	VL „Straßenbautechnik“ (Modul „Straßenbau und -entwurf“) – B.Sc.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 41 Stunden Selbststudium: 138 h
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
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.

**V Stra 2a Bodenmechanik (=V Kons 4a)**

Nummer/Code	V Str 2 a (V Kons 4 a)
Modulname	Bodenmechanik
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Bodenmechanik Ergänzungen:</b> 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><b>Bodenmechanisches Laborpraktikum:</b> 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><b>Bodenmechanik Ergänzungen:</b> 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); Baugrunderdynamik; Modellversuche in der Geotechnik.</p> <p><b>Bodenmechanisches Laborpraktikum:</b> Eigenständige Durchführung von geotechnischen Feld- und Laborversuchen: Standardlaborversuche, Ermittlung von Steifigkeitsparametern von Böden (Kompressionsversuche), Ermittlung von Festigkeitsparametern von Böden (Triaxial-</p>



	und Rahmenscherversuche), Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwerts; Plattendruckversuch, Handhabung von Auswertungsprogrammen.
Titel der Lehrveranstaltungen	Bodenmechanik Ergänzungen, Bodenmechanisches Laborpraktikum
Lehr-/Lernformen	Vortrag, Hausübung, selbstständige Ausführung und Auswertung von Laborversuchen, selbstständige Softwareanwendungen am PC
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	Geotechnik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Bodenmechanik Ergänzungen: Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden  Bodenmechanisches Laborpraktikum: Laborpraktikum: 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	<p>Gudehus (1981): Bodenmechanik. Enke Verlag</p> <p>Kolymbas (2011): Geotechnik. 3. Auflage; Springer-Verlag</p> <p>Kolymbas/Herle (2009): Stoffgesetze für Böden. In: Witt (Hrsg.) Grundbau-Taschenbuch. Teil 1; 7. Auflage; Ernst &amp; Sohn</p> <p>Schultze/Muhs (1967): Bodenuntersuchungen für Ingenieurbauten. 2. Auflage, Springer Verlag</p> <p>Von Wolffersdorff/Schweiger (2009): Numerische Verfahren in der Geotechnik. In: Witt (Hrsg.) Grundbau-Taschenbuch. Teil 1; 7. Auflage; Ernst &amp; Sohn</p> <p>Vrettos (2009): Bodendynamik. In: Witt (Hrsg.) Grundbau-Taschenbuch. Teil 1; 7. Auflage; Ernst &amp; Sohn</p>

**V Stra 2b Grundbau (=V Kons 4b)**

Nummer/Code	V Stra 2 b (V Kons 4 b)
Modulname	Grundbau
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Grundbau Ergänzungen: Die Studierenden erlangen vertiefte Kenntnisse in der Berechnung und Bemessung im Grundbau. Damit soll die Kompetenz zur Lösung geotechnischer Probleme gestärkt werden.</p> <p>Grundbau Seminar: Die Studierenden lernen anhand eines konkreten Bauprojektes, sich selbstständig mit praxisbezogenen geotechnischen Fragestellungen zu beschäftigen. Dabei arbeiten die Studierenden mit in der Praxis gebräuchlichen Berechnungsprogrammen. Durch Seminarvorträge zu einem ausgewählten Thema aus dem Bereich des Grundbaus soll das Erstellen von Präsentationen, das Vortragen vor einer Gruppe und die anschließende Diskussion geschult werden.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, S (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Grundbau Ergänzungen: Berechnung von Flächengründungen nach dem Bettungs- und Steifemodulverfahren; Ergänzungen zur Berechnung und Bemessung von Einzelpfählen (Seitendruck, horizontal belastete Pfähle, negative Mantelreibung); Pfahlgruppen; Kombinierte Pfahl-Plattengründungen; Wasserhaltung; Ergänzungen zur Berechnung und Bemessung von Baugruben (Tiefe Gleitfuge, Verankerungen, Gebrauchstauglichkeit, Bettungsmodulverfahren); Unterfangung und Unterfahrung.</p> <p>Grundbau Seminar: Ausarbeitung zu einem konkreten Bauprojekt (Ermittlung der charakteristischen Bodenkenngößen, Erarbeitung eines Gründungs- und Verbaukonzepts, Setzungsberechnung, Verbaustatik); Durchführung geotechnischer Berechnungen mit EDV-Programmen; Ausarbeitung einer Präsentation zu einem ausgewählten Thema aus dem Grundbau.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Grundbau Ergänzungen, Grundbau Seminar
Lehr-/Lernformen	Vortrag, Hausübung, selbstständige Softwareanwendungen am PC, Seminarvortrag
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen,
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester

Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Geotechnik
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>Grundbau Ergänzungen:</p> <p>Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden</p> <p>Grundbau Seminar:</p> <p>Präsenzzeit: 7 Stunden Selbststudium: 83 Stunden</p>
Studienleistungen	Grundbau Ergänzungen: Hausübung (30–60 Stunden)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Grundbau Ergänzungen: Termingerechte Abgabe und erfolgreiche Bearbeitung der Hausübung (30–60 Stunden)
Prüfungsleistung	<p>Grundbau Ergänzungen: Klausur (90 min.)</p> <p>Grundbau Seminar: Bewertete Ausarbeitung zu einem konkreten Bauprojekt, Seminarvortrag inkl. mündliche Prüfung (30 min.)</p>
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.–Ing. Oliver Reul
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.–Ing. Oliver Reul
Medienformen	Beamer, Tafel, Softwareanwendung am PC
Literatur	<p>EAB (2012): Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT). 5. Aufl.; Ernst &amp; Sohn</p> <p>EAP (2012): Empfehlungen des Arbeitskreises Pfähle. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT). 2. Aufl.; Ernst &amp; Sohn</p> <p>EAU (2004): Empfehlungen des Arbeitsausschusses Ufereinfassungen. Deutsche Gesellschaft für Geotechnik (DGGT). 10. Aufl.; Ernst &amp; Sohn</p> <p>Herth/Arndts (1994): Theorie und Praxis der Grundwasserabsenkung. 3. Auflage</p>

	<p>Kempfert/Raithel (2012): Bodenmechanik und Grundbau. Band 1: Bodenmechanik und Band 2: Grundbau. 3. Auflage; Bauwerk Verlag</p> <p>Randolph/Gourvenec (2011): Offshore Geotechnical Engineering. Spon Press</p> <p>Reul (2000): In-situ-Messungen und numerische Studien zum Tragverhalten der Kombinierten Pfahl-Plattengründung. Mitteilungen des Instituts und der Versuchsanstalt für Geotechnik der TU Darmstadt, Heft 53</p> <p>Schuppner (2012): Kommentar zum Handbuch Eurocode 7 – Geotechnische Bemessung – Allgemeine Regeln. Ernst &amp; Sohn</p> <p>Weißbach/Hettler (2011): Baugruben – Berechnungsverfahren. 2. Auflage; Ernst &amp; Sohn</p> <p>Witt (Hrsg.) (2009): Grundbau-Taschenbuch, Teile 1 – 3. 7. Auflage, Ernst &amp; Sohn</p> <p>Ziegler (2012): Geotechnische Nachweise nach EC7 und DIN 1054. 3. neu bearbeitete Auflage; Ernst &amp; Sohn</p>
--	--

## **Module aus der Ergänzung der Vertiefung Verkehrs- wegebau und Geotechnik**

## E Stra 1 Offshore Foundations

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

Titel der Lehrveranstaltungen	Offshore Foundations
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Lecture, Interactive Teaching, Collaborative Learning, Cooperative Learning
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	English
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Geotechnik 1, 2, 3 (B.Sc.)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 28 Stunden (2 SWS) Selbststudium: 152 Stunden
Studienleistungen	keine
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	keine
Prüfungsleistung	Written term paper (20 pages) with submission interview and presentation of the term paper (30 minutes). The examination results are included in the overall grade of the module in the proportions of 75% (written term paper) and 25% (submission interview and presentation).



	In case of an excessively large number of participants, a written exam (120 minutes) will be offered instead.
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Oliver Reul
Lehrende des Moduls	Dr. Libo Chen
Medienformen	Slides, Lecture notes, Modelling software
Literatur	<p>Bhattacharya, S. (2019). Design of foundations for offshore wind turbines. John Wiley &amp; Sons.</p> <p>Potts, D. M., Zdravković, L. (2001). Finite element analysis in geotechnical engineering: application, Vol. 2. London: Thomas Telford</p> <p>Randolph, M. F., &amp; Gourvenec, S. (2017). Offshore Geotechnical Engineering. CRC Press.</p> <p>Salgado, R. (2008). The engineering of foundations. McGraw-Hill Europe.</p>

## Vertiefung Werkstoffe – Studieninformationen

**In der Vertiefung Werkstoffe sind vier der fünf Vertiefungsfächer V Werk 1 bis V Werk 5 im Umfang von insgesamt 24 Credits zu belegen.**

V Werk 1	Nano- und Mikrostrukturanalyse von Baustoffen
V Werk 2	Anwendungen und Nachhaltigkeit von Hochleistungswerkstoffen
V Werk 3	Gefüge und Eigenschaften metallischer Werkstoffe
V Werk 4	Rheologie und Gebrauchsverhalten von Straßenbaustoffen (=V Stra 1b)
V Werk 5	Werkstoffkunde der Kunststoffe/Faserverbundwerkstoffe und deren Verarbeitungsverfahren

**Im Wahlpflichtbereich "Ergänzung der Vertiefung" sind Lehrveranstaltungen im Umfang von insgesamt von 18 Credits aus folgender Auswahl zu belegen:**

E Werk 1 Moderne Stahlwerkstoffe und Formgedächtniswerkstoffe  
E Werk 2 Kunststoffprüfung und Qualitätssicherung in der Kunststoffverarbeitung  
E Werk 4 Entwicklung, Planung und Realisierung eines Betonkanals  
E Bau 2 Arbeitssicherheit im Baubetrieb  
E Bau 4 Bauphysik – Vertiefung  
V Kons 1 Massivbau – Ingenieurbauwerke  
V Kons 4b Grundbau  
E Kons 2 Bauwerkserhaltung  
E Kons 3 Sonderkapitel und Numerische Methoden des Massivbaus  
E Kons 4 Spezialfragen der Geotechnik 1  
E Kons 5 Spezialfragen der Geotechnik 2  
E Kons 6 Vorbeugender Brandschutz  
E NumTrag 1 Grundlagen der Finite-Elemente Methode  
V Stra 1a Konstruktiver Verkehrswegebau

**Im Rahmen der 18 Credits des Wahlpflichtbereichs „Ergänzung der Vertiefung“ kann auch das in der Vertiefung nicht belegte fünfte Vertiefungsfach gewählt werden.**

**Im Wahlpflichtbereich "Bauingenieurwesen" mit einem Umfang von insgesamt 12 Credits gilt für die Vertiefung "Werkstoffe" folgende Regelung:**

- Wenn im Bachelor-Studiengang bereits der Schwerpunkt Werkstoffe gewählt wurde: Wahl eines Moduls à 12 C oder zweier Module à 6 C aus dem Lehrangebot der Vertiefungen Baubetrieb/Baumanagement, Konstruktiver Ingenieurbau, Numerische Methoden der Tragwerksanalyse, Verkehr, Verkehrswegebau und Geotechnik oder Wasser aus dem Master-Studiengang Bauingenieurwesen (inklusive optional der korrespondierenden Schwerpunktmodule aus dem Bachelor-Studium).
- Wenn im Bachelorstudiengang ein anderer Schwerpunkt belegt worden ist: SP Werk I und SP Werk II aus dem Schwerpunkt Werkstoffe des Bachelor-Studiengangs.

Folgende Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Schlüsselqualifikationen sind für die Vertiefung sinnvoll:

- Arbeitssicherheit im Baubetrieb
- Arbeitsrecht in der Bauwirtschaft
- Bauordnungsrecht
- Privates Baurecht
- Technisches Englisch
- Machen! Experimente in der Ideenwerkstatt
- Projektmanagement
- Umweltwissen, Umweltwahrnehmung, Umweltverhalten
- Landschafts- und Naturschutzrecht

Dabei ist zu beachten, dass die entsprechenden Lehrveranstaltungen nicht bereits im Bachelor-Studium belegt worden sind; eine Doppelanrechnung ist nicht möglich.

**Zu den Modulprüfungen des Masterstudiums kann nur zugelassen werden, wer ein Beratungsangebot zur Studienplanung durch eine/n vom Prüfungsausschuss benannten Berater bzw. Beraterin nachweisen kann. Das Ergebnis der Beratung ist in einem Studienplan zu dokumentieren und vom Berater bzw. der Beraterin zu genehmigen (vgl. §8, Abs. 5 der Fachprüfungsordnung für den Masterstudiengang Bauingenieurwesen)**

---

## **Vertiefungsfächer Werkstoffe**

**V Werk 1 Nano- und Mikrostrukturanalyse von Baustoffen**

Nummer/Code	V Werk 1
Modulname	Nano- und Mikrostrukturanalyse von Baustoffen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	In diesem Vertiefungsmodul sollen den Studierenden analytische Methoden zur Charakterisierung und Entwicklung moderner Hochleistungswerkstoffe im Bauwesen vermittelt werden. Durch das eigenständige Durchführen von Analysen und der darauffolgenden Auswertung der Ergebnisse erlernen die Studierenden den Umgang mit wissenschaftlichen Fragestellungen.
Lehrveranstaltungsarten	VL, P/i (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Es werden in der Baustoffforschung und -prüfung und der Bauchemie übliche chemische und physikalische Bestimmungsverfahren und ihre Einsatzgebiete werden behandelt. Parallel wird die praktische Anwendung dieser Verfahren von den Studierenden selbst an konkreten Beispielen im Labor erlernt.</p> <p>Themen sind u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probennahme und Probenvorbereitung</li> <li>• Partikelcharakterisierung (Dichtebestimmung, Siebung, Feinheit nach Blaine, Lasergranulometrie, Kornformanalyse, Oberflächenbestimmung nach BET)</li> <li>• Porenanalyse (Quecksilberdruckporosimetrie, Adsorptionsisothermen)</li> <li>• Thermoanalytische Messverfahren (isotherme Kalorimetrie, Thermogravimetrie, DSC)</li> <li>• Mikroskopische Verfahren (Lichtmikroskopie, UV-Mikroskopie, Rasterelektronenmikroskopie, Rasterkraftmikroskopie)</li> <li>• Rheologische Messverfahren</li> <li>• Phasenanalyse mittels Röntgendiffraktometrie (inkl. Rietveld-Verfeinerung) und Fourier Transformations Infrarot – Spektrometrie</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	<p>Nano- und Mikrostrukturanalyse von Baustoffen</p> <p>Nano- und Mikrostrukturanalyse von Baustoffen (Praktikum)</p>
Lehr-/Lernformen	Vorlesung, Praktikum

Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen, Bachelorstudiengang Nanostrukturwissenschaften
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Vertiefung Werkstoffe BSc.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 45 Stunden Selbststudium: 135 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Fachgespräch (30 min.), Klausur (90 min.) oder Präsentation (15min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Dr. phil. nat. Alexander Wetzel
Lehrende des Moduls	Dr. phil. nat. Alexander Wetzel
Medienformen	Vortrag, Beamer
Literatur	Literaturliste jeweils aktuell

**V Werk 2 Anwendungen und Nachhaltigkeit von Hochleistungswerkstoffen**

Nummer/Code	
Modulname	Anwendungen und Nachhaltigkeit von Hochleistungswerkstoffen
Art des Moduls	Wahlmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>In dem forschungsorientierten Vertiefungsmodul sollen den Studierenden die wissenschaftlichen Hintergründe moderner Hochleistungswerkstoffe im Bauwesen vermittelt werden. Durch den Einblick in Ergebnisse aktueller Forschungsvorhaben erwerben sie Kenntnisse über Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen von grundlagenorientierter und anwendungsbezogener Forschung in Bezug auf Hochleistungswerkstoffe.</p> <p>Studierende verstehen die ökologischen Grundlagen des Bauwesens, einschließlich der Umweltauswirkungen von Rohstoffgewinnung und Baustoffherstellung. Sie erwerben Basis-Kompetenzen zur Durchführung von Lebenszyklusanalysen und zur Entwicklung nachhaltiger Baukonzepte und sind in der Lage, umweltfreundliche Baustoffalternativen sowie Net-Zero-Strategien in Bauprojekten zu integrieren.</p>
Lehrveranstaltungsarten	Seminar (SE)
Lehrinhalte	<p>Anwendungen von Hochleistungswerkstoffen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung mit zielgerichteten Eigenschaften</li> <li>• Konstruktive Eigenschaften (Festigkeit, Duktilität, Dauerhaftigkeit)</li> <li>• Stoffgerechte Bemessung: Ermittlung charakteristischer Stoffkennwerte und ihre Umsetzung in Bauwerke</li> <li>• Stoffgerechte Konstruktion: Filigrane Bauteile und Bauwerke, Kleben von Bauteilen, automatisiertes Bauen etc.</li> <li>• Nachhaltigkeit von Bauwerken mit Hochleistungsbaustoffen.</li> <li>• Anwendungen von Nanomaterialien im Bauwesen</li> </ul> <p>Nachhaltigkeit mineralischer Baustoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des nachhaltigen Bauens mit umfassenden ökologische Aspekten von Baustoffen.</li> <li>• Gewinnung und Verarbeitung von Rohstoffen sowie den damit verbundenen Umweltauswirkungen, z. B. beim Abbau kritischer Ressourcen.</li> <li>• Die Herstellung von Baustoffen wird aus einer ökologischen Perspektive untersucht – von Zement bis hin zu Sekundärrohstoffen wie Flugasche und neuen Zementersatzstoffen.</li> <li>• Umweltverträgliche Betonproduktion und innovative Bindemittel</li> <li>• Grundlagen zur Lebenszyklusanalysen und Net-Zero-Strategien</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instandhaltung, Recycling und nachhaltigen Planung geben Einblicke in zukunftsorientiertes Bauen.</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Anwendungen von Hochleistungswerkstoffen Nachhaltigkeit mineralischer Baustoffe
(Lehr- / Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Seminar
Verwendbarkeit des Moduls	MSc. Bauingenieurwesen, Vertiefung Werkstoffe
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	Deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Schwerpunkt Werkstoffe im BSc. Bauingenieurwesen
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	VL: 180 Stunden, davon 4 SWS Präsenzzeit
Studienleistungen	Nachhaltigkeit mineralischer Baustoffe: Fachgespräch oder Klausur (60 min)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Anwendungen von Hochleistungswerkstoffen: Fachgespräch (30 min), Klausur (90 min) oder Präsentation (15 min)
Anzahl Credits für das Modul	6 Credits
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Middendorf
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Middendorf et al.
Medienformen	Vortrag, Beamer
Literatur	Literaturliste jeweils aktuell



**V Werk 3 Gefüge und Eigenschaften metallischer Werkstoffe**

Nummer/Code	V Werk 3
Modulname	Gefüge und Eigenschaften metallischer Werkstoffe
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Kenntnisse: Die Studierenden kennen den strukturellen Aufbau metallischer und keramischer Werkstoffe und die strukturmechanische Begründung für die Zusammenhänge zwischen Gefüge und mechanischen Eigenschaften. Sie kennen die grundlegenden Theorien über Verformung und Bruch.</p> <p>Fertigkeiten: Die Studierenden sind in der Lage, mechanische Eigenschaften und Gefügezustände im Hinblick auf ihre Auswirkungen zu beurteilen.</p> <p>Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, Werkstoffe für bestimmte Anwendungsfälle auszuwählen, Gefügezustände zu optimieren, Schadensfälle zu beurteilen und Problemlösungen zu erarbeiten.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phasendiagramme, Umwandlungen, Stabilität von Werkstoffzuständen</li> <li>• Struktureller Aufbau metallischer und keramischer Werkstoffe</li> <li>• Gitterstörungen und ihre Bedeutung</li> <li>• Elastische und plastische Verformung ein- und vielkristalliner Werkstoffe</li> <li>• Mechanische Eigenschaften</li> <li>• Diffusion</li> <li>• Kriechprozesse und Hochtemperaturwerkstoffe</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Gefüge und Eigenschaften metallischer Werkstoffe
Lehr-/Lernformen	Vorlesung, Exkursionen (Walking Tours) im Großraum Kassel
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch

Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Vertiefung Werkstoffe BSc.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeits- aufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zu- lassung zur Prüfungs- leistung	
Prüfungsleistung	Fachgespräch (30 min.), Klausur (60 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. -Ing. habil. Berthold Scholtes (FB 15)
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. -Ing. habil. Berthold Scholtes (FB 15)
Medienformen	Vortrag, Beamer
Literatur	Literaturliste jeweils aktuell

## V Werk 4 Rheologie und Gebrauchsverhalten von Straßenbaustoffen (=V Stra 1b)

Nummer/Code	V Werk 4 (V Stra 1 b)
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 können 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"> <li>– Performance-Eigenschaften von Straßenbaustoffen (Steifigkeit, Rissresistenz/Festigkeit, Verformungsverhalten, Ermüdungswiderstand, Haftverhalten, Dauerhaftigkeit, Oberflächeneigenschaften),</li> <li>– Rheologie (Grundelemente, Viskoelastizität, einfache Modellbildung zur Analyse der Verformungseigenschaften von Straßenbaustoffen),</li> <li>– Einfluss der Baustoffkomponenten und der Baustoffzusammensetzung auf das mechanische Verhalten von Asphalt,</li> <li>– Tragfähigkeit von Konstruktionsschichten im Verkehrswegebau,</li> <li>– Bauen auf wenig tragfähigem Untergrund,</li> <li>– Ansprache des Gebrauchsverhaltens von Asphalt im Labor.</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Rheologie und Gebrauchsverhalten von Straßenbaustoffen (RGS)
Lehr-/Lernformen	Projektlernen, Gruppenarbeit, Laborpraktikum
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	VL „Straßenbautechnik“ (Modul „Straßenbau und -entwurf“) – B.Sc.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 41 Stunden Selbststudium: 138 h
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
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.

## V Werk 5 Werkstoffkunde der Kunststoffe / Faserverbundwerkstoffe und deren Verarbeitungsverfahren

Nummer/Code	V Werk 5
Modulname	<b>Werkstoffkunde der Kunststoffe/Faserverbundwerkstoffe und deren Verarbeitungsverfahren</b>
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Werkstoffkunde der Kunststoffe</b> Die Studierenden kennen die wesentlichen Eigenschaften von Kunststoffen. Studenten, die diese Vorlesung gehört haben, sind in der Lage, das Verhalten von Kunststoffen im Prozess als auch im Gebrauch zu verstehen. Die Vorlesung ist eine (nicht zwingende aber empfohlene) Grundlage für alle weiterführenden Vorlesungen im Bereich Kunststofftechnik.</p> <p><b>Faserverbundwerkstoffe und deren Verarbeitungsverfahren</b> Die Studenten lernen die Grundlagen im Bereich der Faserverbundwerkstoffe sowie Besonderheiten der Werkstoffe und Prozesse kennen. Anhand von Beispielen werden Einblicke in die Anwendungsmöglichkeiten von FVW mit thermoplastischen sowie duroplastischen Matrixsystemen gegeben. Verarbeitungs- bzw. Aufbereitungsverfahren werden ebenso thematisiert wie Grundlagen zur Berechnung und Auslegung von FVW.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL m P (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Werkstoffkunde der Kunststoffe</b> Syntheseprozesse von Polymeren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturen von Polymeren</li> <li>• Eigenschaften in der Schmelze (Rheologie)</li> <li>• Abkühlverhalten und Kristallisation</li> <li>• Visko-elastisches Verhalten von Kunststoffen im Gebrauchstemperaturbereich</li> <li>• Diverse physikalische Eigenschaften von Kunststoffen</li> </ul> <p><b>Faserverbundwerkstoffe und deren Verarbeitungsverfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen im Bereich Faserverbundwerkstoffe</li> <li>• Thermoplastische und duroplastische Matrixwerkstoffe</li> <li>• Verstärkungsfasern</li> <li>• Verarbeitungsverfahren (für duroplastische und thermoplastische Systeme)</li> <li>• Auslegung</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	<p>Werkstoffkunde der Kunststoffe</p> <p>Faserverbundwerkstoffe und deren Verarbeitungsverfahren</p>

Lehr-/Lernformen	Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen (Vertiefung Werkstoffe)
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: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden.
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 min.) oder mündliche Prüfung (30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Hans-Peter Heim
Lehrende des Moduls	Prof. Hans-Peter Heim, Dr.-Ing. Maik Feldmann
Medienformen	Präsentation mit Power Point, Tafel, Filme
Literatur	Menges et al.: Werkstoffkunde Kunststoffe Vorlesungsunterlagen werden herausgegeben

## **Module aus der Ergänzung der Vertiefung Werkstoffe**

**E Werk 1 Moderne Stahlwerkstoffe und Formgedächtniswerkstoffe**

Nummer/Code	E Werk 1
Modulname	<b>Moderne Stahlwerkstoffe und Formgedächtniswerkstoffe</b>
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Moderne Stahlwerkstoffe:</b>            Kenntnisse: Die Studierenden kennen die wichtigsten Stahlwerkstoffe und die zugrundeliegenden Herstellungsverfahren.            Fertigkeiten: Die Studierenden können die Eigenschaften von Stahlwerkstoffen bewerten.            Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage anhand einer Anforderungsliste einen optimalen Stahlwerkstoff auszuwählen und ein entsprechend hergestelltes Bauteil zielgerichtet zu bewerten.</p> <p><b>Formgedächtniswerkstoffe</b>            Kenntnisse: Die Studierenden kennen die wichtigsten Legierungssysteme.            Fertigkeiten: Die Studierenden können die Eigenschaften und Einsatzgrenzen der Legierungen bewerten.            Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, anhand einer Anforderungsliste einen optimalen Werkstoff auszuwählen und einen entsprechenden Aktor zu entwickeln.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Moderne Stahlwerkstoffe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren der Stahlherstellung</li> <li>• Einfluss von Legierungselementen</li> <li>• Wärmebehandlung</li> <li>• Mechanische und mikrostrukturelle Eigenschaften</li> <li>• Metastabile Stähle</li> <li>• Moderne Fertigungsprozesse</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p><b>Formgedächtniswerkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Martensitische Phasenumwandlungen</li> <li>• Vorstellung der verwendeten Legierungen</li> <li>• Einsatzgrenzen und Schädigungsmechanismen</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	<p>Moderne Stahlwerkstoffe</p> <p>Formgedächtniswerkstoffe</p>
Lehr-/Lernformen	Vorlesung



Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen (Vertiefung Werkstoffe)
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Gefüge und Eigenschaften metallischer Werkstoffe (V Werk 3)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung (30 min)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Thomas Niendorf
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Thomas Niendorf, Dr.-Ing. M. Holzweißig, Dr.-Ing. Hans-Gerd Lambers
Medienformen	Tafelanschrieb, pptx-Projektion
Literatur	Wird in Vorlesung angegeben

## E Werk 2 Kunststoffprüfung und Qualitätssicherung in der Kunststoffverarbeitung

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

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

**E Werk 3 Leichtmetalllegierungen, Korrosion und Korrosionsschutz**

Nummer/Code	E Werk 3
Modulname	Leichtmetalllegierungen, Korrosion und Korrosionsschutz
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p><b>Leichtmetalllegierungen:</b>            Kenntnisse: Die Studierenden sind vertraut mit Leichtmetallen, Herstellungsverfahren von Leichtmetallen, physikalischen Eigenschaften von Leichtmetallen, mechanischen Eigenschaften von Leichtmetallen, Verfestigungsmechanismen von Leichtmetallen und Leichtbau. Fertigkeiten: Die Studierenden sind in der Lage, die mechanischen Eigenschaften, das Herstellungsverfahren und den Gefügezustand verschiedener Leichtmetalllegierungen zu beurteilen. Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, eine geeignete Leichtmetalllegierung und ein geeignetes Herstellungsverfahren für eine bestimmte Anwendung auszuwählen. Sie sind in der Lage, Problemlösungen für die Herstellung eines Leichtbauteils zu entwickeln.</p> <p><b>Korrosion und Korrosionsschutz</b>            Die Studierenden verfügen über theoretische Grundkenntnisse zu unterschiedlichen Korrosionsprozessen. Die Studierenden haben verschiedene Korrosionsarten kennengelernt und können diesen erkennen und beschreiben. Sie kennen die relevanten Einflussfaktoren auf einen Korrosionsprozess und können Zusammenhänge und geeignete Korrosionsschutzmethoden identifizieren. Die Studierenden haben zudem ihre Fertigkeiten im Umgang mit einem klassischen 3-Elektroden-Versuchsaufbau erlernt, vertieft und gefestigt. Sie sind in der Lage eigenständig Korrosionsexperimente (Messung des freien Korrosionspotentials und einer Stromdichte-Potential-Kurve) durchzuführen und auszuwerten.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL (4 SWS)
Lehrinhalte	<p><b>Leichtmetalllegierungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren der Stahlherstellung</li> <li>• Einfluss von Legierungselementen</li> <li>• Wärmebehandlung</li> <li>• Mechanische und mikrostrukturelle Eigenschaften</li> <li>• Metastabile Stähle</li> <li>• Moderne Fertigungsverfahren</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p><b>Korrosion und Korrosionsschutz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• – Elektrochemische Korrosion</li> <li>• – Spannungsrisskorrosion</li> <li>• – Schwingungsrisskorrosion</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• - Hochtemperaturkorrosion</li> <li>• - Korrosionsschutz</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Leichtmetalllegierungen Korrosion und Korrosionsschutz
Lehr-/Lernformen	Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen (Vertiefung Werkstoffe)
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester (Leichtmetalllegierungen als Blockveranstaltung)
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Gefüge und Eigenschaften metallischer Werkstoffe (V Werk 3)
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung (30 min)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Thomas Niendorf
Lehrende des Moduls	Prof. Dr.-Ing. Thomas Niendorf, Dr. Seyedvahid Sajjadifar
Medienformen	Tafelanschrieb, pptx-Projektion
Literatur	Wird in Vorlesung angegeben

**E Werk 4 Entwicklung, Planung und Realisierung eines Betonkanus**

Nummer/Code	E Werk 4
Modulname / Module title	Entwicklung, Planung und Realisierung eines Betonkanus / Development, planning and implementation of a concrete canoe
Art des Moduls / Module type	Wahlpflichtmodul / elective module
Lernergebnisse, Kompetenzen, Qualifikationsziele Educational outcomes, competencies, qualification objectives	<p>Studierende</p> <p>... haben Erfahrung in Durchführung eines theoretischen und praktischen Projektes in erfahrungsheterogenen, interdisziplinären Gruppen</p> <p>... haben Erfahrungen mit der Planung, dem Schalungsbau und dem Umgang mit dem Werkstoff Beton gesammelt</p> <p>... haben als Gruppe zusammengearbeitet und andere Fachkulturen kennengelernt</p> <p>Students</p> <p>... have experience in conducting a theoretical and practical project in a heterogeneous, interdisciplinary groups</p> <p>... gained experience with planning, formwork construction and concrete handling</p> <p>...worked as together team and knowing different discipline cultures</p>
Lehrveranstaltungsarten* Types of courses, contact hours	P , 4 SWS
Lehrinhalte Contents	<p>Die Studierenden werden dabei angeleitet, ein Betonkanu vor dem Hintergrund der Realisierbarkeit Formgebung und Design frei zu gestalten und die zum Bau benötigte Schalung zu konstruieren und herzustellen. Darüber hinaus müssen sich die Studierenden mit betontechnologischen Fragestellungen auseinandersetzen und den Werkstoff spezifisch auf das Betonkanu anpassen.</p> <p>The students are instructed to create an individually shaped and designed concrete canoe concerning the feasibility and to construct and build the required formwork. Furthermore, they have to solve concrete technological questions and to configure the material characteristics to their canoe.</p>

Titel der Lehrveranstaltungen Course titles	Betonkanu Concrete canoe
Lehr- und Lernformen Teaching methods	Seminar, Laborpraktikum, elektronische Lernplattform seminar, laboratory work, electronic learning platform
Verwendbarkeit des Moduls Applicability	M.Sc. Bauingenieurwesen, Architektur, Produktdesign M.Sc. Civil Engineering
Dauer Duration	zwei Semester two semesters
Häufigkeit (Frequenz) Frequency	zweijährlich, Beginn im Wintersemester every two years, start in winter semester
Sprache Language	Deutsch / German
Voraussetzungen Kenntnisse (empfohlen) Recommended Skills	keine none
Voraussetzungen für Teilnahme am Modul Prerequisites for participation	keine none
Studentischer Arbeitsaufwand Students workload	Präsenzstudium: 40 h, Selbststudium: 140 h, Summe = 180 h Contact hours 40 h, independent studies 140 h, sum = 180 h
Studienleistungen Course projects / non-graded learning assignments	keine none
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung Prerequisites for admission to examination	n/a
Prüfungsleistung Examination	Bericht (ca. 20 Seiten) Report (~ 20 pages)
Credits	6 C
Modulkoordinator Responsible coordinator	Wetzel

Lehrende Lecturer(s)	N.N. (wissenschaftliche/r Mitarbeiter/in)
Medienformen Media	Beamer, Laborexperimente, elektronische Lernplattform beamer, laboratory experiments, electronic learning platform
Literatur Literature	–

---



## Masterprojekt

Nummer/Code	
Modulname	Masterprojekt
Art des Moduls	Pflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Es sollen zum einen wissenschafts- und berufsbezogene Qualifikationen bei der Bearbeitung von konkreten Problemen des Bauingenieurwesens erworben werden.</p> <p>Dazu zählen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Handlungskompetenz: Probleme erkennen, gliedern, beschreiben; Zielvorstellungen und Beurteilungsmaßstäbe entwickeln; Entscheidungen fällen</li> <li>• Arbeit nach Plan: selbstständige Planung der eigenen Aktivitäten; Einhalten des vorgegebenen Terminplans</li> <li>• Interdisziplinäres Arbeiten: Einfluss verschiedenartiger Fachgebiete auf die Problemlösung erkennen; Befragen von Experten, Benutzung von Fachliteratur; Prüfen, Anpassen und Verwenden vorhandener Teillösungen</li> <li>• Erarbeiten von Fachinhalten: exemplarisch am konkreten Problem (anstatt fachsystematisch); als Motivation und/oder Bezugspunkt für fachsystematische Lehrveranstaltungen</li> <li>• Dokumentation von Ingenieurarbeit: nachvollziehbare, begründete Darstellung der Arbeitsschritte und Arbeitsergebnisse; zweckmäßige Darstellungsformen (Zeichnung, Tabellen, Skizzen, Quellenangaben, ingenieurmäßige Formulierungen)</li> </ul> <p>Außerdem werden folgende soziale Kompetenzen erworben:</p> <p>Kommunikationskompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierenden sind in der Lage, in ihrer Arbeitsgruppe zu kommunizieren.</li> <li>• Sie sind fähig, ihre Projektarbeit wissenschaftlich zu präsentieren.</li> </ul> <p>Organisations- und Handlungskompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende sind in der Lage, eigenständig zu arbeiten und ihre Projektarbeit zu dokumentieren. Sie können ihre Aktivitäten selbstständig planen und den vorgegebenen Terminplan einhalten.</li> <li>• Studierende haben die grundlegende Herangehensweise gelernt, Fachinhalte zu erarbeiten und können diese exemplarisch am konkreten Problem beschreiben.</li> <li>• Sie sind fähig, ihre Projektarbeit wissenschaftlich</li> </ul>

	<p>zu dokumentieren. Sie können den aktuellen Forschungsstand und ihre Arbeitsschritte nachvollziehbar und begründet darstellen. Sie sind in der Lage, ihre Arbeitsschritte wissenschaftlich zu diskutieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie haben gelernt, die Interdisziplinarität ihrer Arbeit und den Einfluss verschiedenartiger Fachgebiete auf die Problemlösung zu erkennen.</li> </ul> <p>Methodenkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende sind in der Lage, Probleme zu erkennen, diese zu gliedern und zu beschreiben. Sie können Zielvorstellungen und Varianten sowie Beurteilungsmaßstäbe entwickeln.</li> <li>• Studierende haben die grundlegende Herangehensweise gelernt, wissenschaftliche Methoden anzuwenden. Sie sind in der Lage, vorhandene Teillösungen zu operationalisieren, zu prüfen, anzupassen und zu verwenden.</li> </ul> <p>Im Einvernehmen mit dem Erstbetreuer bzw. der Erstbetreuerin kann das Modul „Masterprojekt“ im Rahmen des Masterabschlussmoduls mit der Bearbeitung der Masterarbeit verbunden werden. Die Bearbeitungszeit für die Masterarbeit verlängert sich dabei auf achtzehn Wochen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	LFP
Lehrinhalte	Wechselnde Inhalte je nach Themenstellung. Die Themen sind an die aktuelle Forschung angegliedert.
Titel der Lehrveranstaltungen	Masterprojekt
Lehr-/Lernformen	<p>Selbstständiges Bearbeiten eines praktischen oder theoretischen Problems. Projektthemen werden von den Lehrenden des Fachbereichs angeboten (bitte die Aushänge der Fachgebiete beachten). Teilweise werden Projektarbeiten im Rahmen von Projektseminaren angeboten. Eigene Ideen für Projektarbeiten können von den Studierenden vorgeschlagen werden.</p> <p>Selbstgesteuertes Lernen, problembasiertes Lernen, Lernmethodik, kollaboratives und kooperatives Lernen</p>
Verwendbarkeit des Moduls	
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Semester

Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Kenntnisse in Methoden des wissenschaftlichen Arbeitens
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 30 Stunden Selbststudium: 240 Stunden
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Schriftliche Ausarbeitung (Projektbericht, 15–60 Seiten) und abschließendes Prüfungsgespräch (15–30 min.)
Anzahl Credits für das Modul	9, davon 3 Credits als integrierte Schlüsselqualifikation
Modulverantwortliche/r	Studiendekan
Lehrende des Moduls	
Medienformen	
Literatur	

## Schlüsselqualifikationen

Nummer/Code	
Modulname	Schlüsselqualifikationen
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Das Modul Schlüsselqualifikationen im Masterstudium dient der Integration ausgewählter interdisziplinärer Elemente in den gewählten Studienschwerpunkt und gewährleisten den additiven Erwerb von Schlüsselqualifikationen. Es soll eine sinnvolle Ergänzung des Fachstudiums aus dem Bereich fachübergreifender Lehrangebote gewährleisten. Aus dem Angebot des Fachbereichs sowie dem fachbereichsübergreifenden Angebot der Universität Kassel im Bereich Schlüsselkompetenzen sind Veranstaltungen im Umfang von insgesamt 6 Credits auszuwählen.</p> <p>Studierende erwerben Kompetenzen, die das fachlich erworbene Kompetenzraster erweitern und für ein späteres Berufsleben von Bedeutung sind, zum Beispiel in Wissenschaftsethik, Recht, Ökonomie, englischer Fachsprache, Publizistik, Sozial- und Selbstkompetenz, Kommunikationsfähigkeit, analytischem Denken, Gremien- und Teamarbeit.</p>
Lehrveranstaltungsarten	Je nach Auswahl
Lehrinhalte	<p>Es existiert ein fachbereichsübergreifendes hochschulweites Angebot an Lehrveranstaltungen zu Schlüsselkompetenzen, das semesterweise aktualisiert wird:</p> <p><a href="https://portal.uni-kassel.de/qisserver/">https://portal.uni-kassel.de/qisserver/</a> (dort: „Additive Schlüsselkompetenzen fachübergreifend“)</p> <p>Im Rahmen der Schlüsselqualifikationen existiert außerdem ein Angebot des Fachbereichs Bauingenieur- und Umweltingenieurwesen, das sich auf Vorlesungen zur Arbeitssicherheit und zum Öffentlichen und Privaten Baurecht erstreckt.</p> <p>Aus dem Angebot des Internationalen Studienzentrums / Sprachenzentrums kann der Kurs „UNICert III, 1. Teil, Schwerpunkt Technisches Englisch für Bauingenieure“ im Umfang von 3 Credits angerechnet werden.</p> <p>Von UniKasselTransfer angeboten wird die auf Unternehmensgründungen zugeschnittene Lehrveranstaltung: „Machen! Experimente in der Ideenwerkstatt“.</p> <p>Daneben können Studierende aus dem Fächerkanon der Universität Kassel die jeweils semesterweise als Schlüsselqualifikationen ausgewiesenen Veranstaltungen auswählen, die ihre persönliche Studienverlaufsplanung in sinnvoller Weise ergänzen sollen.</p>

	<p>Vom Fachbereich angeboten werden folgende Vorlesungen:</p> <p><b>Arbeitssicherheit im Baubetrieb (6 C)</b> <b>Becker</b> Historische Entwicklung der Unfallversicherung, Rechtliche Grundlagen der gesetzlichen Unfallversicherung, Verantwortung und Haftung der am Bau Beteiligten, Europäische Richtlinien und nationalstaatliche Umsetzung, Organisation der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes in den Betrieben, Umsetzung der staatlichen und berufsgenossenschaftlichen Arbeitsschutzvorschriften</p> <p><b>Bauordnungsrecht (3 C) Horn</b> Entwicklung des öffentlichen Baurechts, Materielles Bauordnungsrecht: Gebäudeklassen-Brandschutz, Abstandsflächen, Nachbarschutz, Baulast, Rechtssystematik bei Abweichungen, Baugenehmigungsverfahren, Bauen im Bestand, Denkmalschutz, Wärme-, Schall-, Natur-, Landschafts-, Wasser- und Immissionsschutz</p> <p><b>Privates Baurecht (3 C) RAIN Fischer</b> Einführung in das System des Rechts, Grundbegriffe des Vertragsrechtes, Die vertraglichen Beziehungen der am Bau Beteiligten, Werkvertrag des BGB, Die Verdingungsordnung für Bauleistungen, Die außervertragliche Haftung der am Bau Beteiligten, Die Versicherung der am Bau Beteiligten, Grundzüge des Bauprozesses</p> <p><b>Recht im Verkehrswesen (SQ) (3 C), R.A. Lothar Fiedler</b> EU-Recht, Personenbeförderungsrecht, Eisenbahnrecht, Vergaberecht, Wettbewerbsrecht, Kommunalrecht, Straßenverkehrsrecht, Verkehrswegerecht, Straßenverkehrsordnung, Straßenbau-, Bahn- und Betriebsordnung.</p> <p><b>Projektmanagement 1 – Einführung und Grundlagen (3 C), Braun</b></p> <p><b>Projektmanagement 2 – Digitaler Wandel durch Projekte (3 C), Braun</b></p> <p><b>Führung und Verhalten in Projekten (3 C), Braun</b></p> <p><b>Strategic Project Management (3 C), Braun</b></p> <p><b>Entwicklung, Planung und Realisierung eines Betonkanals (=E Kons 10, E Werk 4)</b></p>
--	--

	<p><b>Ingenieure ohne Grenzen Challenge: Entwicklung nachhaltiger Produktlösungen</b></p> <p>Von UniKasselTransfer angeboten wird folgende Vorlesung:</p> <p><b>Machen! Experimente in der Ideenwerkstatt (3 C)</b>          Multidisziplinäres Erarbeiten von themenbezogenen Ideenkonzepten, Durchlaufen eines strukturierten Ideenfindungsprozesses, kreatives Erarbeiten von unkonventionellen Problemlösungsansätzen, Visualisierung und Präsentation von Konzeptionen</p> <p>Vom Internationalen Sprachenzentrum angeboten wird:</p> <p><b>Englisch, Schwerpunkt Technisches Englisch für Bauingenieure (UNICert III, 1. Teil)</b></p> <p>Beispielhafte Vorlesungen aus dem übrigen Angebot der Universität sind:</p> <p><b>Ökologische Ökonomik</b>  <b>Grundlagen Nachhaltiger Unternehmensführung</b>  <b>Umweltpolitik</b>  <b>Energiepolitik</b>  <b>Umweltwissen, Umweltwahrnehmung, Umweltverhalten</b>  <b>Multimedia in technikrechtlichen Genehmigungsverfahren</b>  <b>Landschafts- und Naturschutzrecht</b>  <b>Gewässerschutzrecht</b>  <b>Einführung in das Umweltrecht</b>  <b>Europäisches und nationales Umwelt- und Wirtschaftsrecht</b>  <b>Immissionsschutzrecht</b>  <b>Umweltverfassungs- und Europarecht</b>  <b>Technik- und Produktrecht</b>  <b>Urheberrecht und Neue Medien</b>  <b>Umweltprivatrecht</b></p>
Titel der Lehrveranstaltungen	
Lehr- / Lernformen	
Verwendbarkeit des Moduls	
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Semester
Sprache	deutsch

Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Nach Angabe des jeweiligen Veranstalters
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	Nach Angabe des jeweiligen Veranstalters
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Nach Angabe des jeweiligen Veranstalters
Prüfungsleistung	Nach Angabe des jeweiligen Veranstalters. <b>Es können nur benotete Leistungsnachweise eingebracht werden, da die Schlüsselqualifikationen einen Teil der Gesamtnote bilden.</b>
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Studiendekan
Lehrende des Moduls	Nach Angabe des jeweiligen Veranstalters
Medienformen	Nach Angabe des jeweiligen Veranstalters
Literatur	Nach Angabe des jeweiligen Veranstalters

**Arbeitssicherheit im Baubetrieb (SQ)**

Nummer/Code	E Bau 2
Modulname	Arbeitssicherheit im Baubetrieb
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Das Teilmodul 1: AS 1 soll erreichen, dass die Studierenden Gefährdungsbeurteilungen nach § 5 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.</p> <p>Das Teilmodul 2: AS 2 soll erreichen, dass die Studierenden die Anforderungen aus der Baustellenverordnung an den Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator in der Planungs- und Ausführungsphase kennen lernen und diese in die Praxis umsetzen können. Ferner lernen die Studierenden selbstständig Sicherheits- und Gesundheitsschutzpläne in der Planungs- und Ausführungsphase zu erstellen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<p>Teilmodul Arbeitssicherheit 1(AS 1)</p> <p>Darlegung der gesetzlichen Grundlagen der Arbeitssicherheit (Arbeitsschutzgesetz, Unfallverhütungsvorschriften) mit rechtlichen Auswirkungen auf die am Bau Beteiligten bei dem Eintritt von Arbeitsunfällen. Weiterhin die Einbettung in das europäische Regelwerk.</p> <p>Darstellung spezifischer Gefährdungen für:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Tiefbaumaßnahmen: Hier insbesondere unter Berücksichtigung der DIN 4124 sowie DIN EN 1610.</li> <li>- Hochbaumaßnahmen: Arbeits- und Schutzgerüste (DIN 4420), Absturzgefährdung, elektrische Gefährdungen.</li> <li>- Gefährdungen durch Gefahrstoffe: Ausgewählte Gefahrstoffe in der Bauwirtschaft (GefStoffV).</li> <li>- Gefährdung beim Einsatz von Maschinen des Hoch- und Tiefbaus, Anforderungen aus der Betriebssicherheitsverordnung</li> </ul> <p>Teilmodul Arbeitssicherheit 2(AS 2)</p> <p>Darlegung der Inhalte der Baustellenverordnung mit den Ergänzungen durch die RAB'en, insbesondere RAB 10, RAB 30 sowie RAB 31.</p>



	<p>Weiterhin werden besondere Punkte der Arbeitsstätten-Verordnung sowie der Arbeitszeitverordnung angesprochen.</p> <p>Umsetzung der Anforderungen der Baustelle an ausgewählten Beispielen z. B. aus dem unterirdischen Bauen, Arbeiten im öffentlichen Verkehrsraum sowie Abbrucharbeiten.</p> <p>Das Modul kann als Teilmodul (3 Credits) oder als ganzes Modul (6 Credits) im Bereich Schlüsselqualifikationen im Grund- und Hauptstudium eingesetzt werden.</p> <p>Die Teilmodule können einzeln Jedes für sich oder gemeinsam eingesetzt werden.</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	<p>Teilmodul Arbeitssicherheit 1 (AS 1)</p> <p>Teilmodul Arbeitssicherheit 2 (AS 2)</p>
Lehr-/Lernformen	Vorlesung mit vorlesungsbegleitenden Übungen, Vorlesung mit Beamer
Verwendbarkeit des Moduls	Bachelorstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Zwei Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	<p>Teilmodul Arbeitssicherheit 1 (AS 1): Jedes Wintersemester</p> <p>Teilmodul Arbeitssicherheit 2 (AS 2): Jedes Sommersemester</p>
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Es wird stark empfohlen, die Vorlesung erst ab dem 4. Fachsemester zu hören.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	<p>Präsenzzeit: 60 Stunden</p> <p>Selbststudium: 120 Stunden</p>
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Je Teilmodul eine Klausur (90 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr.-Ing. Peter Racky
Lehrende des Moduls	<p>AS 1: M. Eng. Marc Iffland</p> <p>AS 2: Dipl.-Ing. Jens Möller</p>
Medienformen	<p>Power-Point-Präsentation, teilweise mit Filmsequenzen</p> <p>Tafelanschrieb, Overhead-Projektion, Übungen</p> <p>Moodle-Kurs</p> <p>Skript</p>

---

Literatur	Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben
-----------	--

---

**Bauordnungsrecht (SQ)**

Nummer/Code	
Modulname	
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Lehrveranstaltung „ <b>Bauordnungsrecht</b> “ hat zum Ziel, den Studierenden die Grundlagen des öffentlichen Baurechts zu vermitteln. Sie erlangen Fach- und Methodenkompetenz in der Anwendung der Hessischen Bauordnung.
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (2 SWS)
Lehrinhalte	Entwicklung des öffentlichen Baurechts, Anwendungsbereiche der Hessischen Bauordnung (HBO), Bebauung von Grundstücken, Abstandsflächen, Bauarten und Bauprodukte, Anforderungen an Bauteile und Bestandteile von Gebäuden, die am Bau Beteiligten, Baugenehmigungsverfahren gemäß §§ 54 bis 65 HBO, die Baugenehmigung, bauaufsichtliche Befugnisse
Titel der Lehrveranstaltungen	Bauordnungsrecht (BOR)
Lehr-/ Lernformen	Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Baubetriebswirtschaft 1 und 2
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Teilnahme an der Vorlesung: ca. 30 h Selbststudium zur Vor- und Nachbereitung: ca. 20 h Selbststudium zur Prüfungsvorbereitung: ca. 40 h
Studienleistungen	
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (max. 120 Minuten)
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Racky

---

Lehrende des Moduls	Dipl.-Ing. Thomas Horn
Medienformen	Laptop/Beamer, Tafelanschrieb, Moodle-Kurs, Vorlesungsunterlagen
Literatur	Vorlesungsunterlagen, HBO

---

**Privates Baurecht (SQ)**

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
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
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	RAin Helena Fischer
Medienformen	Tablet-PC/Beamer, Tafelanschrieb, Moodle-Kurs, Vorlesungsunterlagen
Literatur	Vorlesungsunterlagen, VOB/B

---

**Recht im Verkehrswesen (SQ)**

Nummer/Code	E Ver 6
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"> <li>– EU-Recht (Gesetze und Verordnungen)</li> <li>– Personenbeförderungsrecht (PBefG)</li> <li>– Eisenbahnrecht (AEG)</li> <li>– Vergaberecht</li> <li>– Wettbewerbsrecht</li> <li>– Kommunalrecht, Kommunalverfassungsrecht</li> <li>– Raumordnungs-, Bauplanungs- und Fachplanungsrecht im Verkehrswesen</li> <li>– Straßenverkehrsrecht, Verkehrswegerecht</li> <li>– Straßenverkehrsordnung (StVO)</li> <li>– Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung (BOStrab)</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Recht im Verkehrswesen
(Lehr- / Lernformen) )	Vortrag, Diskussion, fall- und problembasiertes Lernen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengänge Umweltingenieurwesen, Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	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



**Technisches Englisch (SQ)**

Nummer/Code	
Modulname	Technisches Englisch
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Ziel des Kurses ist es, die mündliche und schriftliche Ausdrucksfähigkeit der Studierenden zu verbessern und zu optimieren, sowohl im allgemeinen Sprachgebrauch als auch speziell bezogen auf ihre fachliche Qualifikation im technischen Bereich.
Lehrveranstaltungsarten	Ü (2,5 SWS)
Lehrinhalte	Der Kurs beinhaltet zum einen das Bearbeiten von fachspezifischen Texten und Erlernen von Argumentationsstrukturen sowie unter anderem das Zusammenfassen und Diskutieren akademischer Texte. Ebenfalls werden landeskundliche Themen englischsprachiger Länder, ihrer Gesellschaft, Kultur und Politik behandelt.
Titel der Lehrveranstaltungen	UNICert III, 1. Teil, Englisch – Schwerpunkt Technisches Englisch für Bauingenieure, Teil 1
(Lehr- / Lernformen)	Übung
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Es muss vor Beginn der Veranstaltung eine Anmeldung für den Kurs im Sprachenzentrum erfolgen. Es wird darauf hingewiesen, dass die Kosten für Teil 1 des Kurses vom Fachbereich 14 übernommen werden. Weitere Kurse, welche für die Teilnahme an der UNICert III Prüfung notwendig sind, sind nicht Bestandteil des Moduls. Sie können nicht angerechnet werden, die Kosten trägt der Studierende.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 38 Stunden Selbststudium: 74 Stunden

Studienleistungen	Präsentation in Englisch (15–20 min.); (Präsentation trägt 25 % der Endnote bei)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90 min.)
Anzahl Credits für das Modul	4, für das Studium des Bauingenieurwesens werden davon insgesamt 3 Credits angerechnet
Modulverantwortliche/r	Sprachenzentrum
Lehrende des Moduls	Dr. Anthony Alcock
Medienformen	Beamer, Arbeitsmaterialien in Form von Kopien, Audiotexte
Literatur	<a href="http://www.springerlink.com/content/x2g787/#section=208546&amp;page=1&amp;locus=21">http://www.springerlink.com/content/x2g787/#section=208546&amp;page=1&amp;locus=21</a> Verfügbar online nur innerhalb der Universität das Buch ist auch in der Universitätsbibliothek verfügbar.

**Machen! Experimente in der Ideenwerkstatt (SQ)**

Nummer/Code	
Modulname	Machen! Experimente in der Ideenwerkstatt
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Lehrveranstaltung „ <b>Machen! Experimente in der Ideenwerkstatt</b> “ hat zum Ziel, den Studierenden Methodenkompetenz im Entwickeln, Weiterverfolgen und Umsetzen von Ideen zu vermitteln. Die Studierenden sind in der Lage, in multidisziplinären Teams zu arbeiten und unternehmerische Denkweisen in Handlungen umzusetzen.
Lehrveranstaltungsarten	Seminar
Lehrinhalte	Multidisziplinäres Erarbeiten von themenbezogenen Ideenkonzepten (Produkte, Serviceleistungen, Denk- und Organisationsstrukturen), Durchlaufen eines strukturierten Ideenfindungsprozesses, kreatives Erarbeiten von unkonventionellen Problemlösungsansätzen, Visualisierung und Präsentation von Konzepten, iterative Entwicklung von der ersten Idee, zum umsetzungsfähigen Konzept (Prototyp), Vermittlung und Entwicklung von unternehmerischen Denkweisen.
Titel der Lehrveranstaltungen	Machen! Experimente in der Ideenwerkstatt
Lehr-/ Lernformen	Seminar, Teamarbeit, Durchlaufen von iterativen Prozessen
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	jedes Semester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Teilnahme an den Seminaren: ca. 30 h Selbststudium zur Vor- und Nachbereitung: ca. 30 h Vorbereitung eines Kurzvortrags: ca. 5 h Erstellung einer Ausarbeitung: ca. 25 h
Studienleistungen	

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Kurzvortrag (15–30 Minuten) und schriftliche Ausarbeitung (10–30 Seiten)  Zuständig für die Abnahme der Prüfungsleistung: Modulverantwortlicher
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Racky
Lehrende des Moduls	wechselnd
Medienformen	Laptop/Beamer, Flipcharts, Moodle-Kurs, Seminarunterlagen
Literatur	

## Projektmanagement 1 – Einführung und Grundlagen

Nummer/Code	
Modulname	Projektmanagement in der Digitalen Transformation
Art des Moduls	Schlüsselkompetenz; Wahlpflichtmodul (Integration: Produktionstechnik und Arbeitswissenschaft / Mensch-Organisation-Technik)
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden kennen wesentliche Grundelemente des Projektmanagements (PM). Sie haben Kenntnis von der Bedeutung und dem Wert des PM im Arbeitsleben und bei der Bewältigung von Fachaufgaben.</p> <p>Die Studierenden kennen und verstehen grundlegende Begriffe im Themenbereich, verschiedene Arten und Aufbauorganisationsformen von Projekten, Abläufen und die wesentlichen Prozesse im Projektmanagement.</p> <p>Die Studierenden können Projektmanagementkenntnisse auf die Organisation, Durchführung und Steuerung von Projekten anwenden.</p>
Lehrveranstaltungsarten	VLmP 2 SWS Ü + HÜ
Lehrinhalte	In der Lehrveranstaltung (LV) werden wichtige Grundlagen des PM vermittelt. Dazu gehören neben wesentlichen Begriffsdefinitionen die Projektvoraussetzungen sowie die Projektziele. Darauf aufbauend werden Grundkenntnisse in Projektorganisation, Projektstrukturierung und zum Projektumfeld vermittelt. Schließlich werden die Grundlagen wesentlicher Elemente der Projektsteuerung, wie Termin- und Kostenplanung, Risikomanagement und Controlling eingeführt. Im Rahmen der Vorlesung werden auch einige Übungen mit den Studierenden durchgeführt. In Teil I wird über alle wichtigen Elemente des PM eine Einführung vermittelt.
Titel der Lehrveranstaltungen	Projektmanagement 1: Einführung und Grundlagen
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vorlesung, Übungen
Verwendbarkeit des Moduls	B. Sc. Maschinenbau B. Sc. Mechatronik B.Sc.+M.Sc. Bauingenieurwesen B.Sc.+ M.Sc. Umweltingenieurwesen M. Sc. Maschinenbau M. Sc. Mechatronik M. Sc. Regenerative Energien und Energieeffizienz B. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen M. Sc. Elektrotechnik M. Sc. Informatik M.Sc. Mobilität, Verkehr und Infrastruktur
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester

Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	–
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	–
Studentischer Arbeitsaufwand	2 SWS VL (30 Std.) 2 Ü (Einzeltermine, insg.; 10 Std.) Selbststudium 50 Std.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme in den Übungen (Gruppenarbeit, Abgabe und Überprüfung der Ergebnisse inklusive mündliche Ergebnispräsentation)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistung	Klausur 60 Min.
Anzahl Credits für das Modul	3 Credits
Lehreinheit	Fachbereich 15
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Timo Braun
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Timo Braun und wissenschaftliche Mitarbeiter
Medienformen	Interaktive Vorlesung; Folien (Powerpoint, Projektor) Labor- und Hörsaalübung Kursbegleitende Lektüre ausgewählter Lehrbücher (siehe Literatur) und wissenschaftlicher Fachaufsätze (die im Semesterverlauf bereitgestellt werden)
Literatur	Bea, F., Scheurer, S., Hesselmann, S. 2020. Projektmanagement. 3. Auflage. UVK-Verlag: München. Braun, T., Müller-Seitz, G. 2023. Digitale Transformation: Wandel durch Projekte. Vahlen: München. Braun, T., Sydow, J. 2019. Projektmanagement und temporäres Organisieren. Kohlhammer: Stuttgart. Timinger, H. 2017. Modernes Projektmanagement: Mit traditionellem, agilem und hybridem Vorgehen zum Erfolg. Wiley: Weinheim.

**Projektmanagement 2 – Digitaler Wandel durch Projekte**

Nummer/Code	
Modulname	Projektmanagement in der Digitalen Transformation
Art des Moduls	Schlüsselkompetenz; Wahlpflicht (Integration: Produktionstechnik und Arbeitswissenschaft / Mensch-Organisation-Technik)
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden kennen die Aufgaben und Kompetenzen von Projektleitern/innen. Sie können wesentliche Strukturen und Abläufe der Projektplanung, -steuerung und -kontrolle beschreiben. Die Studierenden können unterschiedliche Formen der Projektaufbauorganisation beschreiben, miteinander vergleichen und in Abhängigkeit bestimmter Situationen eine geeignete auswählen. Sie beherrschen effektive Instrumente des Projektänderungs-, -risiko- und -stakeholdermanagements, können deren Vor- und Nachteile abwägen und situationsabhängig Tools und Konzepte in Anwendung bringen.
Lehrveranstaltungsarten	VLmP 2 SWS + Ü (Einzeltermine)
Lehrinhalte	In der Lehrveranstaltung werden wichtige Grundlagen des Projektmanagements vermittelt. Der Lehrstoff hinsichtlich der Kernprozesse des Projektmanagements (Projektplanung, -controlling und -steuerung) sowie hinsichtlich Projektaufbauorganisation aus PM I wird vertieft und erweitert. Weitere Schwerpunkte liegen in der strategischen Positionierung und Implementierung von Projekten, der Mobilisierung und Führung der am Projekt beteiligten Personen und Organisationen, sowie der Gestaltung von organisationalem und technologischem Wandel mithilfe von Projekten. Im Rahmen der Vorlesung werden auch einige Übungen mit den Studierenden durchgeführt.
Titel der Lehrveranstaltungen	Projektmanagement 2: Digitaler Wandel durch Projekte
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Vorlesung, Übung
Verwendbarkeit des Moduls	B. Sc. Maschinenbau B. Sc. Mechatronik B.Sc.+M.Sc. Bauingenieurwesen B.Sc.+ M.Sc. Umweltingenieurwesen M. Sc. Maschinenbau M. Sc. Mechatronik M. Sc. Regenerative Energien und Energieeffizienz B. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen M. Sc. Elektrotechnik M. Sc. Informatik M.Sc. Mobilität, Verkehr und Infrastruktur
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester

Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Vorherige Teilnahme am Modul „Projektmanagement 1: Einführung und Grundlagen“ wird empfohlen.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	–
Studentischer Arbeitsaufwand	2 SWS VL (30 Std.) + Ü (Einzeltermine, insg. 10 Std.) Selbststudium 50 Std.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme (nachgewiesen durch Gruppenarbeit, Abgabe und Überprüfung der Ergebnisse inklusive mündliche Ergebnispräsentation)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Teilnahme an den Übungen
Prüfungsleistung	Klausur 60 Min.
Anzahl Credits für das Modul	3 Credits
Lehreinheit	Fachbereich 15
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Timo Braun
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Timo Braun und wissenschaftliche Mitarbeiter
Medienformen	Interaktive Vorlesung; Folien (Powerpoint, Projektor) Labor- und Hörsaalübung Kursbegleitende Lektüre ausgewählter Lehrbücher (siehe Literatur) und wissenschaftlicher Fachaufsätze (die im Semesterverlauf bereitgestellt werden)
Literatur	Bea, F., Scheurer, S., Hesselmann, S. 2020. Projektmanagement. 3. Auflage. UVK-Verlag: München. Braun, T., Müller-Seitz, G. 2023. Digitale Transformation: Wandel durch Projekte. Vahlen: München. Braun, T., Sydow, J. 2019. Projektmanagement und temporäres Organisieren. Kohlhammer: Stuttgart. Timinger, H. 2017. Modernes Projektmanagement: Mit traditionellem, agilem und hybridem Vorgehen zum Erfolg. Wiley: Weinheim.



## Führung und Verhalten in Projekten

Nummer/Code	
Modulname	Führung und Verhalten in Projekten
Art des Moduls	Schlüsselkompetenz; Wahlpflichtmodul (Integration: Produktionstechnik und Arbeitswissenschaft / Mensch-Organisation-Technik)
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden kennen Führungstheorien und wissen um die Bedeutung von Erwartungen, Rollenverhalten und Konflikten im Kontext der Projektarbeit. Sie können souverän in Projektteams agieren, Teamdynamiken reflektieren und erste Führungsaufgaben übernehmen. Sie sind in der Lage, verschiedene Praktiken in der Projektarbeit situationsgerecht zu bewerten und anzuwenden.
Lehrveranstaltungsarten	2 SWS, kann auch als Blockveranstaltung angeboten werden
Lehrinhalte	<p>Mitarbeit in und die Leitung von Projektteams nimmt einen großen Stellenwert im heutigen Arbeitsalltag ein. Der Kurs soll sowohl die inhaltlich-methodische Kompetenz mit Blick auf die Arbeitsgestaltung und die Führung von Projektteams als auch die Sozialkompetenz der Teilnehmer/innen stärken. Klassische Ansätze aus der Personal-/Führungsforschung werden im spezifischen Kontext von Projekten beleuchtet:</p> <p>Individuum, Projekt und Organisation  Führungspersonen und Projektleiter/innen  Entscheidung in Projekten  Gestaltung von Arbeit  Motivation und Commitment  Extrarollenverhalten  Gruppenentwicklung, -dynamik und Konflikte  Führungstheorien  Individuelle Kooperation und Vernetzung  Praktiken und Routinen in der Projektarbeit</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Führung und Verhalten in Projekten
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Seminar, studentische Präsentationen („flipped classroom“)
Verwendbarkeit des Moduls	<p>B. Sc. Maschinenbau  B.Sc.+M.Sc. Bauingenieurwesen  B.Sc.+ M.Sc. Umweltingenieurwesen  M.Sc. Mobilität, Verkehr und Infrastruktur  Offen für Studierende anderer Fachbereiche, soweit der jeweilige Studiengang eine Einbringung des Fachs im Wahlbereich zulässt.</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	Vorherige Belegung der Module „Grundlagen des Projektmanagements (Teil 1 und 2)“ wird empfohlen.
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Anmeldung erforderlich
Studentischer Arbeitsaufwand	2 SWS Seminar (30 Std.) Selbststudium 60 Std.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme (Beteiligung an Gruppenarbeiten und -diskussionen sowie Diskussionsbeiträge während der Lehrveranstaltung oder Sitzungsmoderation)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	–
Prüfungsleistung	Schriftliche Ausarbeitung (Projektarbeit, 20–30 Seiten), gekoppelt mit Vortrag/Präsentation (15 Minuten)
Anzahl Credits für das Modul	3 Credits
Lehreinheit	Fachbereich 15
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Timo Braun
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Timo Braun und wissenschaftliche Mitarbeiter
Medienformen	Interaktive Seminargestaltung Folien (PowerPoint)
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

## Strategic Project Management

Nummer/Code	
Modulname	Strategic Project Management
Art des Moduls	Schlüsselkompetenz; Wahlpflichtmodul (Integration: Produktionstechnik und Arbeitswissenschaft / Mensch-Organisation-Technik)
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden verstehen die strategische Dimension von Projekten und sind in der Lage, deren Auswirkungen auf die Ertragskraft von Unternehmen einzuordnen. Sie können Potenziale abwägen und Projekte so ausgestalten, dass diese einen substanziellen Wertbeitrag für Unternehmen leisten können. Ferner sind die Studierenden in der Lage, projektübergreifende Dynamiken sowie Innovations- und Kooperationspotenziale kritisch zu reflektieren.
Lehrveranstaltungsarten	2 SWS
Lehrinhalte	<p>Das strategische Projektmanagement erkennt das Potenzial von Projekten, die Innovations- und Adaptionfähigkeit sowie auch die Ertragskraft ganzer Unternehmen maßgeblich zu beeinflussen und zu unterstützen. Die Lerninhalte dieses Moduls umfassen u.a.:</p> <p>Grundbegriffe des strategischen Managements im Projektkontext</p> <p>Akteure im strategischen Projektmanagement</p> <p>Projektbezogene Fragen des strategischen Managements</p> <p>Projektübergreifende Fragen des strategischen Managements (u.a. Multiprojekt-, Projektportfolio- und Programmmanagement)</p> <p>Theorie und Praxis der strategischen Entscheidungsfindung</p> <p>Strategische Analysen (interne Unternehmensanalyse, externe Marktanalyse)</p> <p>Strategieimplementierung auf unterschiedlichen Ebenen (Unternehmens-, Geschäftsbereich-, Projektstrategien)</p> <p>Strategische Allianzen und Projektnetzwerke</p> <p>Innovation und Entrepreneurship durch strategische Projekte</p> <p>Strategischer Projekteinfluss auf der Branchen-/Feldebene</p>
Titel der Lehrveranstaltungen	Strategic Project Management
(Lehr-/ Lernformen) Lehr- und Lernmethoden (ZEVA)	Interaktive Vorlesung
Verwendbarkeit des Moduls	<p>B. Sc. Maschinenbau</p> <p>M. Sc. Maschinenbau</p> <p>B.Sc.+M.Sc. Bauingenieurwesen</p> <p>B.Sc.+ M.Sc. Umweltingenieurwesen</p> <p>M.Sc. Mobilität, Verkehr und Infrastruktur</p>

	Offen für Studierende anderer Fachbereiche, soweit der jeweilige Studiengang eine Einbringung des Fachs im Wahlbereich zulässt.
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	englisch (Regelfall), deutsch (nach Ankündigung)
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Empfohlen wird eine vorherige Belegung der Module „Grundlagen des Projektmanagements (Teil 1 und 2)“
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	–
Studentischer Arbeitsaufwand	2 SWS Vorlesung (30 Std.) Selbststudium 60 Std.
Studienleistungen	Aktive Teilnahme (Beteiligung an Gruppenarbeiten und –diskussionen sowie Diskussionsbeiträge während der Lehrveranstaltung)
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	–
Prüfungsleistung	Klausur 45 Min. oder mündliche Prüfung 20 Min.
Anzahl Credits für das Modul	3 Credits
Lehreinheit	Fachbereich 15
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Timo Braun
Lehrende des Moduls	Prof. Dr. Timo Braun und wissenschaftliche Mitarbeiter
Medienformen	Interaktive Vorlesung; Folien (Powerpoint, Projektor) Kursbegleitende Lektüre ausgewählter Lehrbücher (siehe Literatur) und wissenschaftlicher Fachaufsätze (die im Semesterverlauf bereitgestellt werden)
Literatur	Whittington, R., Angwin, D., Regner, P., Johnson, G., Scholes, K., Koleva, P. 2020. Exploring Strategy, Text and Cases. 12. Auflage. Pearson Education: Harlow.  Weitere Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.

## Ingenieure ohne Grenzen Challenge: Entwicklung nachhaltiger Produktlösungen (SQ)

Nummer/Code	
Modulname	Ingenieure ohne Grenzen Challenge: Entwicklung nachhaltiger Produktlösungen
Art des Moduls	Schlüsselkompetenz
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Die Studierenden haben die Fähigkeit des koordinierten Arbeitens innerhalb eines technologischen Entwicklungsprojektes verbessert.</p> <p>Sie sind in der Lage, selbständig innerhalb von Teams zu arbeiten bzw. selbstständig Arbeitspakete und Problemlösungsansätze anhand einer vorgegebenen Problemstellung zu erarbeiten. Ziel ist es hierbei technische Lösungen für komplexe, nachhaltigkeitsbezogene Problemstellungen zu entwickeln. Dabei müssen kulturelle, regionale und ökonomische Aspekte berücksichtigt werden.</p>
Lehrveranstaltungsarten	S, 2 SWS
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektarbeit</li> <li>• Praktische Anwendung des theoretischen Wissens</li> <li>• Erarbeitung von Problemlösungen an realen Fragestellungen</li> <li>• Sustainable Development Goals</li> <li>• Interkulturelle Kompetenzen</li> <li>• Teilnahme an nationalem Wettbewerb möglich</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Ingenieure ohne Grenzen Challenge: Entwicklung nachhaltiger Produktlösungen
Lehr-/ Lernformen	Teamarbeit, Projektarbeit, praktische Arbeiten (Prototypenbau), Gruppendiskussionen, Demonstrationen, Präsentationen
Verwendbarkeit des Moduls	B. Sc. Maschinenbau B. Sc. Mechatronik B. Sc. Bauingenieurwesen B. Sc. Umweltingenieurwesen B. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen B. Sc. Elektrotechnik B. Sc. Informatik M. Sc. Maschinenbau M. Sc. Mechatronik M. Sc. REE M. Sc. Bauingenieurwesen M. Sc. Umweltingenieurwesen M. Sc. Wirtschaftsingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester

Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester
Sprache	Deutsch und Englisch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Anmeldung erforderlich, Teilnehmerzahl ist auf 15 beschränkt
Studentischer Arbeitsaufwand	2 SWS S (30 Std.) Selbststudium 60 Std.
Studienleistungen	Werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben
Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	Studienleistung
Prüfungsleistung	Ausarbeitung eines Abschlussberichts mit Abschlusspräsentation
Anzahl Credits für das Modul	3
Modulverantwortliche/r	Prof. Hartmut Hetzler, Dr. Ing. Philipp Krooß
Lehrende des Moduls	M. Sc. Leoni Hübner, Dr. Daniel Koch
Medienformen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Unterlagen zum Seminaranteil</li><li>• Powerpoint</li><li>• Moodle</li><li>• (freiwillige Software: Creo, Catia, Solidworks, AutoCAD, Projektmanagementtools, etc.)</li></ul>
Literatur	

## Grundlagen der Psychologie für das Ingenieurwesen

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

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



## Masterabschlussmodul

Nummer/Code	Derzeit nicht verfügbar/verpflichtend
Modulname	Masterabschlussmodul
Art des Moduls	Pflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	<p>Der Studierende ist in der Lage, in einem vorgegebenen Zeitraum eine wissenschaftliche und/oder praxisorientierte Problemstellung des Fachs mit wissenschaftlichen Methoden und Erkenntnissen des Fachs zu lösen und in schriftlicher Form in der Masterarbeit darzustellen.</p> <p>Er oder sie verfügt über die Fähigkeit, die wesentlichen Inhalte der eigenen Forschungsarbeit im Rahmen eines Kolloquiums in freier Rede zu präsentieren und im Anschluss eine wissenschaftliche Diskussion zum Thema der Masterarbeit zu führen.</p> <p>Im Einvernehmen mit dem Erstbetreuer bzw. der Erstbetreuerin kann das Modul „Masterprojekt“ im Rahmen des Masterabschlussmoduls mit der Bearbeitung der Masterarbeit verbunden werden. Die Bearbeitungszeit für die Masterarbeit verlängert sich dabei auf achtzehn Wochen.</p>
Lehrveranstaltungsarten	Individuelle Betreuung
Lehrinhalte	
Titel der Lehrveranstaltungen	
Lehr-/Lernformen	
Verwendbarkeit des Moduls	Masterstudiengang Bauingenieurwesen
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
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 Bauingenieurwesen sowie ggf. bestandene Auflagen
Studentischer Arbeitsaufwand	450 Stunden, Bearbeitungszeit zwölf Wochen
Studienleistungen	

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Masterarbeit, Präsentation der eigenen Forschungsarbeit in einem Kolloquium (30–45 min.)
Anzahl Credits für das Modul	15
Modulverantwortliche/r	Studiendekan
Lehrende des Moduls	gemäß Regelung der Betreuung in der jeweils gültigen Fachprüfungsordnung
Medienformen	
Literatur	

## Mathematisch–naturwissenschaftliche Vertiefung

Im Rahmen der „Mathematisch–naturwissenschaftlichen Vertiefung“ sind Module im Umfang von 6 Credits zu belegen.

## Stochastik für Ingenieure

Nummer/Code	Derzeit nicht verfügbar/verpflichtend
Modulname	Mathematisch-naturwissenschaftliche Vertiefung: Stochastik für Ingenieure
Art des Moduls	Wahlpflichtmodul
Lernergebnisse, Kompetenzen (Qualifikationsziele)	Die Studierenden gewinnen erste Kompetenzen, damit sie mit Experimenten, deren Ausgang vom Zufall abhängt, sinnvoll umgehen können. Dazu erlernen sie, <ul style="list-style-type: none"> <li>- den Zufall mathematisch zu beschreiben,</li> <li>- Wahrscheinlichkeiten und den Zufall beschreibende Kennzahlen zu berechnen,</li> <li>- Zufallsgesetzmäßigkeiten auf dem Computer zu simulieren,</li> <li>- Zufalls-Kennzahlen anhand von Daten zu schätzen,</li> <li>- die Güte der Schätzungen zu beurteilen,</li> <li>- Hypothesen über die Zufallsgesetzmäßigkeit anhand von Daten zu testen.</li> </ul>
Lehrveranstaltungsarten	VL, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundkenntnisse in R und die Erzeugung von Zufallszahlen in R</li> <li>- Wahrscheinlichkeitsraum, Zufallsvariable, Verteilungsfunktion</li> <li>- Diskrete und stetige Verteilungen</li> <li>- Bedingte Wahrscheinlichkeiten, stochastische Unabhängigkeit</li> <li>- Markovketten</li> <li>- Erwartungswert, Varianz, Quantile</li> <li>- Kovarianz, Regression</li> <li>- Punktschätzungen</li> <li>- Erwartungstreue, Konsistenz, Maximum-Likelihood-Schätzungen</li> <li>- Tests bei Normalverteilung</li> <li>- Nichtparametrische Tests</li> <li>- Konfidenzintervalle</li> </ul>
Titel der Lehrveranstaltungen	Stochastik für Ingenieure
Lehr-/Lernformen	
Verwendbarkeit des Moduls	
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Wintersemester

Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Fundierte Kenntnisse der Inhalte der Module Mathematik I und Mathematik II
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 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. Andreas Meister, FB Mathematik und Naturwissenschaften
Lehrende des Moduls	Alle Dozenten des Fachbereiches Mathematik und Naturwissenschaften
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

## Numerische Mathematik für Ingenieure

Nummer/Code	Derzeit nicht verfügbar/verpflichtend
Modulname	Mathematisch–naturwissenschaftliche Vertiefung: 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, Ü (4 SWS)
Lehrinhalte	Iterative und direkte Verfahren zur Lösung linearer Gleichungssysteme Interpolation Numerische Integration Numerische Methoden für Differentialgleichungen
Titel der Lehrveranstaltungen	Numerische Mathematik für Ingenieure
Lehr-/Lernformen	selbstgesteuertes Lernen, problembasiertes Lernen, Lernmethodik, Gruppenarbeit, kollaboratives und kooperatives Lernen
Verwendbarkeit des Moduls	
Dauer des Angebotes des Moduls	Ein Semester
Häufigkeit des Angebotes des Moduls	Jedes Sommersemester
Sprache	deutsch
Empfohlene (inhaltliche) Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	Fundierte Kenntnisse der Inhalte der Module Mathematik 1 und Mathematik 2
Voraussetzungen für die Teilnahme am Modul	
Studentischer Arbeitsaufwand	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
Studienleistungen	Studienleistungen werden vom jeweiligen Dozenten zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt.

Voraussetzung für Zulassung zur Prüfungsleistung	
Prüfungsleistung	Klausur (90–120 min.)
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Andreas Meister, FB Mathematik und Naturwissenschaften
Lehrende des Moduls	Alle Dozenten des Fachbereiches Mathematik und Naturwissenschaften
Medienformen	Tafel und Beamer
Literatur	Hanke–Bourgeois: Grundlagen der Numerischen Mathematik und des wissenschaftlichen Rechnens Plato: Numerische Mathematik kompakt Köckler, Schwarz: Numerische Mathematik Meister: Numerik linearer Gleichungssysteme





## Wissenschaftliches Programmieren mit Python und Geodaten

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

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

Prüfungsleistung	Projekt mit Vortrag (15 Minuten Vortrag+ 10 Minuten Diskussion), Code und Code-Dokumentation
Anzahl Credits für das Modul	6
Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Adrian Mellage
Lehrende des Moduls	Dr. Lysander Bresinsky
Medienformen	Beamer
Literatur	

## Änderungen nach Reakkreditierung 2021

Erweiterung des Wahlpflichtmoduls E Kons 9 / E NumTrag 11 „FE-Anwendung in der Tragwerksplanung“ von 3 auf 6 Credits (Studienausschuss 15.07.2020)

Ergänzung des Wahlpflichtmoduls E Ver 7 „Wirtschaft im ÖPNV“ (6 Credits) (Studienausschuss 15.07.2020)

Redaktionelle Änderung Modulverantwortliche / Lehrende in den Modulen der Siedlungswasserwirtschaft aufgrund Wechsel des Fachgebietsleiters (Dezember 2020)

Redaktionelle Änderung der Studieninformation zur Vertiefung Numerische Methoden der Tragwerksanalyse: Wenn im Bachelorstudiengang ein anderer Schwerpunkt belegt worden ist, sind die Module SP Num-Trag I und SP Num-Trag III (statt wie bisher II) aus dem Schwerpunkt Numerische Methoden der Tragwerksanalyse des Bachelor-Studiengangs im Rahmen des Wahlpflichtbereiches „Bauingenieurwesen“ zu belegen. (Dezember 2020)

Redaktionelle Aktualisierung der Lehrinhalte im Wahlpflichtmodul V Was 3a „Wassergütemodellierung“, Wechsel vom Sommer- ins Wintersemester sowie Anpassung der Prüfungsleistungen (Auflage aus der Akkreditierung vom November 2020, Studienausschuss 09.02.2021).

Redaktionelle Aktualisierung der Lehrinhalte im Wahlpflichtmodul V Was 2 „Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen“ sowie Anpassung der Prüfungsleistungen (Auflage aus der Akkreditierung vom November 2020, Studienausschuss 09.02.2021).

Redaktionelle Aktualisierung der Lehrinhalte im Wahlpflichtmodul E Was 3 „Siedlungswasserwirtschaft Ergänzung“ (Studienausschuss 09.02.2021).

Aktualisierung und Umbenennung des Wahlpflichtmoduls E Was 1 „Wasserkraft und Energiewirtschaft“ in „Wasserkraftanlagen“: Wegfall des Teilmoduls „Energiewirtschaft und Stromerzeugung“ aufgrund des Ausscheidens des Lehrenden, dabei Anpassung der Prüfungsleistungen (Auflage aus der Akkreditierung vom November 2020, Studienausschuss 09.02.2021).

Änderung des Modulnamens des Wahlpflichtmoduls E Ver 1 von „Seminar Verkehrserhebungen und Datenmanagement“ in „Seminar Empirische Verkehrsplanung“ bei ansonsten unveränderten Inhalten und Prüfungsleistungen (Studienausschuss 09.02.2021).

Wahlpflichtmodul E Kons 10 (= E Werk 4) „Entwicklung, Planung und Realisierung eines Betonkanals / Development, planning and implementation of a concrete canoe“: Wechsel des Angebotsbeginns vom Sommer- ins Wintersemester (April 2021)

Erweiterung des Wahlpflichtmoduls V Was 3b „Hydrologische Methoden“ um eine weitere wahlweise belegbare Lehrveranstaltung „Hydrological Research Seminar“ (Studienausschuss 20.04.2021)

Ergänzung eines neuen Wahlpflichtmoduls E Ver 8 „Betrieb und Technik des ÖPNV“ (Studienausschuss 20.04.2021)

---

Ersetzung des bisherigen Wahlpflichtmoduls V Ver 1 a „Öffentlicher Personennahverkehr“ durch das neue Wahlpflichtmoduls V Ver 1 a „Planung des ÖPNV“ (Studienausschuss 20.04.2021)

Neufassung des Wahlpflichtmoduls V Kons 1 „Massivbau – Ingenieurbauwerke“ (Studienausschuss 20.04.2021)

Neufassung des Wahlpflichtmoduls Modul E Ver 4 „Nachhaltigkeit in der Verkehrs- und Stadtplanung“ (Studienausschuss 20.04.2021)

Neufassung des Wahlpflichtmoduls V Stra 1 „Konstruktiver Verkehrswegebau“ (Studienausschuss 20.04.2021)

Neufassung des ehemaligen Wahlpflichtmoduls V Kons 5 (= V NumTrag 2) „Baustatik“, dabei Aufteilung in die Wahlpflichtmodule V Kons 5 a (= V NumTrag 2 a) „Finite-Element-Methoden in der Baustatik I“ und V Kons 5 b (= V NumTrag 2 b) „Materialmodelle I“ (Studienausschuss 20.04.2021)

Wegfall des Wahlpflichtmoduls E Kons 9 (=E NumTrag 11) „FE-Anwendung in der Tragwerksplanung“ (Studienausschuss 20.04.2021)

Ergänzung eines neuen Wahlpflichtmoduls E NumTrag 13 „Anwendung kommerzieller FE-Software II“, dafür Wegfall des bisherigen Wahlpflichtmoduls E NumTrag 11 (= E Kons 9) „FE-Anwendung in der Tragwerksplanung“ (Studienausschuss 29.06.2021)

Ergänzung zweier neuer Wahlpflichtmodule E NumTrag 14 „Finite-Elemente-Methoden in der Baustatik II“ und E NumTrag 15 „Materialmodelle II“ (Studienausschuss 29.06.2021)

Das Wahlpflichtmodul V Was 2 "Siedlungswasserwirtschaft Vertiefungswissen" wird ersetzt durch die beiden Wahlpflichtmodule V Was 2a "Weitergehende Abwasserreinigung und mathematische Prozesssimulation" und V Was 2b "Wasserversorgung, Wasseraufbereitung und Industrieabwasserreinigung" (Studienausschuss 29.06.2021)

Redaktionelle Überarbeitung und Namensänderung des Wahlpflichtmoduls V Was 1 b "Gewässerentwicklung, Flussgebiets- und Hochwassermanagement" in "Naturnaher Wasserbau, Flussgebiets- und Hochwassermanagement" (Studienausschuss 29.06.2021)

Redaktionelle Änderung (Name Lehrender) im Wahlpflichtmodul V Was 1 a "Numerische Modelle im Wasserbau" (Studienausschuss 29.06.2021)

Das Wahlpflichtmodul V Bau 1 "Bauorganisation und Bauverfahren" wird ersetzt durch das Wahlpflichtmodul V Bau 1 "Operations Research" Das Modul bietet zum aktuellen Zeitpunkt lediglich 6 Credits. Die übrigen 6 Credits werden zukünftig nach Neubesetzung aus dem Bereich Bauinformatik stammen. Übergangsweise können diese 6 Credits aus dem Bereich „Ergänzung der Vertiefung Baubetrieb und Baumanagement“ erlangt werden. (Studienausschuss 29.06.2021)

Ergänzung eines neuen Wahlpflichtmoduls E Ver 9 „Mobilitätsverhalten und Mobilitätskultur“ (Studienausschuss 29.06.2021)

---

Streichung der Lehrveranstaltungen „Marketing und Vertrieb im Bauwesen (SQ)“ aus dem Wahlbereich Schlüsselqualifikationen (Wegfall des Lehrenden)

Einfügung einer „Voraussetzung für die Teilnahme am Modul“ im Wahlpflichtmodul des Ergänzungsbereichs „E NumTrag 14 Finite-Elemente-Methoden in der Baustatik II“ (Studienausschuss 09.11.2021)

Einfügung einer „Voraussetzung für die Teilnahme am Modul“ im Wahlpflichtmodul des Ergänzungsbereichs „E NumTrag 15 Materialmodelle II“ (Studienausschuss 09.11.2021)

Ergänzung eines neuen Wahlpflichtmoduls E Ver 10 „Gestaltung von Rad- und Fußverkehrsanlagen“ (Studienausschuss 08.02.2022)

Ergänzung eines neuen Wahlpflichtmoduls E Was 7 „Groundwater Reactive Transport Modeling“ (Studienausschuss 08.02.2022)

Diverse Änderungen in der Vertiefung „Numerische Methoden der Tragwerksanalyse“ (Schwerpunktverantwortlicher Prof. Kuhl, 04.05.2022):

Streichung der Wahlpflichtmodule „E NumTrag 1 Grundlagen der Finite-Elemente-Methoden“, „E NumTrag 2 Simulationsbasierte Parameteridentifikation und Zustandsüberwachung“ und „E NumTrag 3 Modellbildung und Programmiergerechte Verfahren der Stabstatik“ wegen Doppelung mit dem Lehrangebot im Bachelorstudiengang Bauingenieurwesen bzw. Ausscheidens der Lehrenden.

Streichung des Wahlpflichtmoduls „E NumTrag 4 Mehrskalenmethoden“ wegen Ersetzung durch „E NumTrag 15 Materialmodelle II“.

Streichung der Wahlpflichtmodule „E NumTrag 5 Finite-Elemente-Methoden bei hoher Genauigkeit“ und „E NumTrag 9 Analytische und numerische Berechnung von Energieerzeugungsanlagen in der Wasser- und Windkraft“ wegen Ausscheidens des Lehrenden

Ergänzung eines neuen Wahlpflichtmoduls E Ver 11 "Nachhaltige Nahmobilität" (Studienausschuss 14.06.2022)

Aktualisierung des Wahlpflichtmoduls E Was 2 „Integrierte wasserwirtschaftliche Planung und Wasserbewirtschaftung“ und Umbenennung in „Integrierte Wasserbewirtschaftung (IWRM)“, dafür Entfall des bisherigen Wahlpflichtmoduls E Was 5 „Integrierte Wasserbewirtschaftung“, Grund: versehentliche Dopplung

Wegfall des Wahlpflichtmoduls E Was 4 „Infrastrukturplanung und räumlicher Bezug“ wegen Ausscheidens des Modulverantwortlichen

Ergänzung eines neuen Wahlpflichtmoduls „Ingenieure ohne Grenzen Challenge: Entwicklung nachhaltiger Produktlösungen“ im Bereich Schlüsselqualifikationen (Studienausschuss 08.11.2022)

Wegfall der Wahlpflichtmodule V Kons 3 "Erdbebeningenieurwesen", E Kons 1 "Antike Konstruktionen" und E Kons 7 "Graduiertenworkshop" (Ruhestand des Modulverantwortlichen)

Ergänzung eines neuen Wahlpflichtmoduls E Ver 12 "Aktuelle Themen der nachhaltigen Mobilität" (Studienausschuss 14.02.2023)

---

Ergänzung eines neuen Wahlpflichtmoduls V Kons 3a „Stahlbau Vertiefung – Dynamik & Stabilität“ (Studienausschuss 25.04.2023)

Ergänzung eines neuen Wahlpflichtmoduls E Kons 1 „Ausgewählte Kapitel aus dem Stahlbau“ (Studienausschuss 25.04.2023)

Ergänzung eines neuen Wahlpflichtmoduls V Bau 1b „Datenmodelle und Validierung“ (Studienausschuss 25.04.2023)

Ergänzung eines neuen Wahlpflichtmoduls V Kons 3b „Stahlbau Vertiefung – Brückenbau und Ermüdung“ (Studienausschuss 20.06.2023)

Redaktionelle Überarbeitung und Ergänzung einer Studienleistung im Wahlpflichtmoduls V Kons 2a „Holzbau Vertiefung – Berechnungsmethoden für Tragelemente und Verbindungen“ (Studienausschuss 20.06.2023)

Ergänzung eines neuen Wahlpflichtmoduls E Was 8 „Angewandte Hydrogeologie“ (Studienausschuss 20.06.2023)

Das Wahlpflichtmodul E Kons 8 „Ingenieurgeologie“ wird aufgrund der fehlenden Nachfrage nicht mehr angeboten (23.11.2023)

Streichung des Moduls E Ver 4 "Nachhaltigkeit in Verkehrs- und Stadtplanung" wegen Ausscheiden des Lehrenden (Januar 2024)

Im Bereich „Schlüsselqualifikationen“ werden die Module „Grundlagen des Projektmanagements (PM 1) und „Grundlagen des Projektmanagements (PM 2) aufgrund des Wechsels des Modulverantwortlichen ersetzt durch die Module „Projektmanagement 1 – Einführung und Grundlagen“, „Projektmanagement 2 – Digitaler Wandel durch Projekte“, zusätzlich werden das Modul „Führung und Verhalten in Projekten“ und das englischsprachige Modul „Strategic Project Management“ aufgenommen. Die beiden Module Projektmanagement 1 und Projektmanagement 2 können wahlweise auch zum Modul „Projektmanagement in der Digitalen Transformation“ kombiniert werden (Studienausschuss 06.02.2024).

Ersetzung des Wahlpflichtmoduls E Bau 3 "Projektmanagement von Infrastrukturprojekten" durch die Wahlpflichtmodule E Bau 7 "Führung und Verhalten in Projekten" und E Bau 8 "Strategic Project Management" aufgrund des Wechsels des Modulverantwortlichen (Studienausschuss 06.02.2024).

Redaktionelle Änderung (Ergänzung eines englischsprachigen Teilmoduls) im Wahlpflichtmodul W Was 3b „Hydrologische Methoden“ (Studienausschuss 06.02.2014)

Vertiefung Wasser: Neustrukturierung des Schwerpunktes Siedlungswasserwirtschaft: Für den Schwerpunkt sind künftig zwei aus drei der folgenden Module im Umfang von insgesamt 12 Credits zu wählen:

- V Was 2a „Verfahren und Anforderungen der weitergehenden Abwasserreinigung“ (6 C)
  - V Was 2b „Dynamic modelling of biological wastewater treatment processes“ (6 C)
  - V Was 2c „Zukunftsfähige Wasserversorgung und Industrieabwasserreinigung“ (6 C)
- (Studienausschuss 06.02.2024).
-

Vertiefung Numerische Methoden der Tragwerksanalyse: Redaktionelle Überarbeitung des Wahlpflichtmoduls V NumTrag 1 "Numerische Mechanik" sowie Ersetzung des Wahlpflichtmoduls V NumTrag 3 "Experimentelle Mechanik" durch das neue Modul V NumTrag 3 "Engineering Dynamics" (Studienausschuss 06.02.2024).

Redaktionelle Aktualisierungen im Wahlpflichtmodul E NumTrag 8, neuer Name „Nichtlineare Kontinuumsmechanik“ (25.04.2024).

Das Modul V Ver 1b "Modellierung der Verkehrsnachfrage" wird künftig im Winter- statt im Sommersemester angeboten (22.05.2024).

Wegfall der Lehrveranstaltungen "Nachhaltiges Ressourcenmanagement (SQ)", "Ressourcengovernance und Umweltmanagement (SQ)" und "Technikbewertung – Umwelt und Nachhaltigkeit – Anwendungen (SQ)" im Wahlpflichtmodul Schlüsselqualifikationen aufgrund des Ausscheidens des Lehrenden (04.09.2024).

Die Lehrveranstaltung „Arbeitsrecht in der Bauwirtschaft (SQ)“ wird nicht mehr angeboten (12.09.2024).

Wegfall des Wahlpflichtmoduls E Werk 3 „Schalungstechnik“ (Ruhestand des Modulverantwortlichen) (12.11.2024).

Das Wahlpflichtmodul V Werk 2 „Anwendungen und Nachhaltigkeit von Hochleistungswerkstoffen“ ersetzt das Wahlpflichtmodul V Werk 2 „Anwendungen und Praxisbeispiele von Hochleistungswerkstoffen“ in der Vertiefung Werkstoffe (Studienausschuss 12.11.2024).

Ergänzung eines neuen Wahlpflichtmoduls E Stra 1 „Offshore Foundations“ in der Ergänzung der Vertiefung Verkehrswegebau und Geotechnik sowie der Ergänzung der Vertiefung Konstruktiver Ingenieurbau (Studienausschuss 12.11.2024).

Umbenennung des Wahlpflichtmoduls E Ver 6 „Recht im Verkehrswesen“ in „ÖPNV-Recht“ (27.11.2014).

Aktualisierung des Wahlpflichtmoduls E Bau 6 „Bauabfälle und Deponien“ (Lehrinhalte, Sprache, Prüfungsleistung, Lehrende) (Studienausschuss 04.02.2025).

Redaktionelle Änderungen in den Wahlpflichtmodulen V Ver 1 a „Planung des ÖPNV“ sowie E Ver 7 „Wirtschaft im ÖPNV“ in den Kategorien Lehrinhalte, Lehr-/Lernform und Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen (27.02.2025).

Kunststoffprüfung und Qualitätssicherung in der Kunststoffverarbeitung (E Werk 2): der Teil „Qualitätssicherung in der Kunststoffverarbeitung – Praktikum entfällt (13.05.2025)

Leichtmetalllegierungen, Korrosion und Korrosionsschutz (E Werk 3): neu in der Ergänzung Werkstoffe hinzugefügt (13.05.2025).

Wissenschaftliches Programmieren mit Python und Geodaten: kann in der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Vertiefung gewählt werden (13.05.2025)

Das Modul Grundlagen der Psychologie für das Ingenieurwesen kann ab WS 25/26 im Bereich der Schlüsselkompetenzen gewählt werden (22.07.2025).

---



Die neue Lehrveranstaltung Straßenverkehrsrecht kann in der Ergänzung der Vertiefung Verkehr gewählt werden (22.07.2025).