TUHH
Technische
Universität
Hamburg

Modulhandbuch

Master of Science (M.Sc.)

Environmental Engineering

Kohorte: Wintersemester 2023

Stand: 1. Juni 2026

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 2
Studiengangsbeschreibung 3
Fachmodule der Kernqualifikation 5
- Modul M0523: Betrieb & Management 5
- Modul M0524: Nichttechnische Angebote im Master 6
- Modul M0619: Abfallbehandlungstechnologien 8
- Modul M1311: Sustainable Water Management and Microbiology of Water Systems 10
- Modul M1313: Strömungsmechanik, Hydraulik und Geoinformationssysteme im Wasserbau 12
- Modul M1312: Environmental Analysis and Water Technology Practice 14
- Modul M1716: Subsurface Processes 16
- Modul M0857: Geochemical Engineering 18
- Modul M0875: Nexus Engineering - Water, Soil, Food and Energy 20
- Modul M0828: Urban Environmental Management 22
- Modul M0870: Management von Oberflächenwasser 24
- Modul M1717: Advanced Vadose Zone Hydrology 27
- Modul M1123: Ausgewählte Themen des Umweltingenieurwesens 29
- Modul M0871: Hydrologische Systeme 33

Fachmodule der Vertiefung Energy and Resources 35
- Modul M1724: Smart Monitoring 35
- Modul M0518: Waste and Energy 37
- Modul M1709: Angewandte Optimierung in der Energie- und Verfahrenstechnik 40
- Modul M1899: Studienarbeit Energie und Ressourcen 42
- Modul M1354: Advanced Fuels 43
- Modul M1125: Bioresources and Biorefineries 46
- Modul M2004: Sustainable Circular Economy 49
- Modul M2006: Waste Treatment and Recycling 51

Fachmodule der Vertiefung Environment and Climate 53
- Modul M1724: Smart Monitoring 53
- Modul M0858: Coastal Hydraulic Engineering I 55
- Modul M1721: Water and Environment: Theory and Application 57
- Modul M1900: Studienarbeit Umwelt und Klima 58
- Modul M0949: Rural Development and Resources Oriented Sanitation for different Climate Zones 59
- Modul M0859: Coastal Hydraulic Engineering II 61
- Modul M1720: Emerging Trends in Environmental Engineering 63
- Modul M1779: Sustainable Nature-based Coastal Protection in a Changing Climate (SeaPiaC) 66
- Modul M1980: Field measurements for environmental studies 68

Fachmodule der Vertiefung Water Quality and Water Engineering 69
- Modul M0874: Abwassersysteme 69
- Modul M1724: Smart Monitoring 72
- Modul M0858: Coastal Hydraulic Engineering I 74
- Modul M1898: Studienarbeit Wasserqualität und Wasseringenieurwesen 76
- Modul M0949: Rural Development and Resources Oriented Sanitation for different Climate Zones 77
- Modul M0802: Membrane Technology 79
- Modul M0822: Modellierung von Prozessen in der Wassertechnologie 81
- Modul M0859: Coastal Hydraulic Engineering II 84
- Modul M0581: Water Protection 86

Thesis 88
- Modul M-002: Masterarbeit 88

Studiengangsbeschreibung

Inhalt

Relevanz und Aktualität des Umweltingenieurwesens sind heute hoch wie nie. Das Fach hat in den vergangenen 20 Jahren eine Wende von der reinen Ausrichtung auf technische Entsorgungswege und deren Logistik hin zu Wertstoffgewinnung und Kreislaufwirtschaft vollzogen. Innovative Werkstoffe, integrierte Stoff- und Prozessstromanalysen und die starke Verschränkung mit Fragen der Energiewirtschaft haben die Umwelttechnologie aus einem teils ideologischen Nischendasein in zentrale Bereiche der internationalen Wirtschaft geführt. Deutschland ist in vielen Bereichen der Umwelttechnik Know-how- und Weltmarktführer. Ein Status, der kontinuierliche Erfolge in unterschiedlichen Ebenen fordert: innovative und integrierte Technologien, begünstigende rechtliche sowie ökonomische Normen und nicht zuletzt ein hohes Qualitätsniveau der universitären Ausbildung in den Umweltwissenschaften in Deutschland.

Der Internationale Masterstudiengang Environmental Engineering an der Technischen Universität Hamburg fokussiert vor diesem Hintergrund auf aktuelle Entwicklungspfade der Umwelttechnologie, ohne dabei naturwissenschaftliche sowie ökonomische Grundlagen des Faches zu vernachlässigen. Das Programm eröffnet je nach Interesse der Studierenden drei Vertiefungsbereiche: (i) Wasser, (ii) Abfall & Energie sowie (iii) Biotechnologie. Für alle Themenfelder sind integrative Betrachtungen essentiell. Wie können Umweltmedien entlastet und gleichzeitig Wertstoffe gewonnen werden? Wie erhält man ein Maß für die Nachhaltigkeit eines Produkts bzw. einer Dienstleistung? Welche innovativen Technologien führen zu minimalem Energieeinsatz in Produktionsprozessen? Welche umweltrechtlichen Randbedingungen begünstigen eine nachhaltige Entwicklung? All dies sind Fragen, die für den Studiengang Environmental Engineering relevant sind.

Die Absolventen des Studiengangs entwickeln Kompetenzen in zentralen Bereichen der Umweltwissenschaften. Zu Beginn des Masterprogramms erwerben alle Studierenden in Pflichtveranstaltungen Kenntnisse und Fähigkeiten im Umweltmanagement, in der Abfall- sowie Abwasserbehandlung, in der Strömungsdynamik und Hydrologie sowie in der Umweltanalytik. Im zweiten Semester können die Studierenden aus einer Reihe möglicher Kernqualifikationen auswählen. Dies sind beispielsweise Veranstaltungen zur Ingenieurgeochemie, zur technischen Mikrobiologie sowie zu Wasser und Abwassertechnik. Ab dem dritten Semester erfolgt schließlich die Vertiefung in einen der oben genannten Bereiche Wasser, Abfall und Energie bzw. Biotechnologie. Die umweltfachlichen Lehrveranstaltungen werden durch nichttechnische Fächer wie Betriebswirtschaft sowie Sprachkurse ergänzt.

Berufliche Perspektiven

Absolventen des Internationalen Masterstudiengangs Environmental Engineering können in einer großen Breite unterschiedlicher Berufsfelder tätig werden und haben hervorragende Aussichten auf eine positive berufliche Entwicklung. Hierzu gehören beispielsweise Tätigkeiten in Umweltbehörden, bei Wasserversorgern bzw. Abwasserentsorgern, bei Unternehmen des Energie- und Abfallmanagements, in Ingenieurbüros oder in der biotechnologischen Industrie. Die Breite und Vielfalt der Ausbildung erlaubt es den Absolventen sich schnell in neue Sachverhalte einzuarbeiten, was die spätere Zusammenarbeit in häufig interdisziplinären Teams erleichtert. In vielen Teilen der Welt ist der umwelttechnologische Sektor durch starke Zuwachsraten geprägt. Ungenügendes Umweltmanagement kann die wirtschaftliche Entwicklung einer Region bzw. eines Landes empfindlich treffen und entsprechend negativ beeinflussen. Vor diesem Hintergrund sind Absolventen des Environmental Engineering immer international aufgestellt und verrichten ihre Arbeit in vielen unterschiedlichen Ländern unserer Welt. Neben den anspruchsvollen Voraussetzungen für eine spätere Ingenieurtätigkeit bereitet das Masterstudium Environmental Engineering durch Befähigung zum wissenschaftlichen Arbeiten auch auf eine mögliche Promotionsarbeit in den jeweiligen Vertiefungsthemen der Umweltwissenschaften vor.

Lernziele

Folgend werden zentrale Kompetenzen der Absolventen des Studiengangs Environmental Engineering in den Kategorien Wissen, Fertigkeiten, Sozialkompetenz sowie Selbstständigkeit aufgeführt.

Wissen:

1. Die Absolventinnen und Absolventen können die Grundlagen des Umweltmanagements beschreiben und dafür gesetzliche Umweltnormen, Instrumente der Umweltökonomie, Inhalte der ISO 14001 und die Umweltleistungsbewertung skizzieren.
2. Sie sind in der Lage, verfahrenstechnische Grundlagen wichtiger Wasser- und Abwasserbehandlungstechniken, Grundlagen biotechnologischer Prozesse, die biologische Abfallbehandlung (aerob und anaerob) sowie relevante Umweltchemikalien und deren analytische Erfassung, insbesondere in der Wasser- und Abwasseranalytik, zu erläutern.
3. Sie können hydrologische und strömungsmechanische Modelle und technische Randbedingungen eines nachhaltigen Gewässerschutzes diskutieren.
4. Sie sind fähig, zentrale Prinzipien der Kreislaufwirtschaft (Wasser/Abfall) zu definieren und die Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre anzugeben.
5. Je nach gewählter Vertiefung können die Absolventinnen und Absolventen ihr weitergehendes Verständnis in den Bereichen Wasser, Abfall und Energie oder Biotechnologie demonstrieren.

Fertigkeiten:

1. Die Studierenden können mit Abschluss der Module praktische Laborarbeit im Bereich Siedlungswasserwirtschaft unter Berücksichtigung der Verfahrensauswahl für Wasser- und Abwasserbehandlungsprozesse durchführen.
2. Sie sind in der Lage, eine wissenschaftliche Fachrecherche und eine geographische Datenauswertung durchzuführen sowie hydrologische Modelle anzuwenden.
3. Sie sind fähig, wissenschaftlich zu argumentieren und zu schreiben.
4. Die Absolventinnen und Absolventen können sowohl pointierte Einzelpräsentationen anfertigen als auch abgestimmte Team-Präsentationen entwickeln, wie sie zum Beispiel im Rahmen von Veranstaltungen mit Problembasiertem Lernen (PBL) praktiziert werden.
5. Sie sind in der Lage, die grundlegendenden Methoden der Betriebswirtschaftslehre anzuwenden.
6. Je nach gewählter Vertiefung verfügen sie über weitergehende Fertigkeiten in den Bereichen Wasser, Energie und Abfall oder Biotechnologie. Beispielsweise können sie Membrantrennprozesse auslegen, Modellierungen in der Wassertechnologie durchführen, technische und regional-planerische Lösungen für Aufgaben der Bioraffinerie auswählen oder abfalltechnische Gesamtlösungen analysieren und bewerten.

Sozialkompetenz:

1. Der Studiengang Environmental Engineering ist geprägt durch Studenten aus verschiedensten Ländern, die in den Lehrveranstaltungen von Anfang an durch intensive Teamarbeit lernen. In den heterogenen Gruppen können die Studierenden die unterschiedlichen methodischen Fertigkeiten und die verschiedenartigen Wertevorstellungen produktiv für die fachliche Problembearbeitung einbeziehen.
2. Mit Abschluss des Studiums sind sie in der Lage, fachliche Vorschläge zu entwickeln und diese Ergebnisse umfassend gemeinsam durch Diskussion zu prüfen und ggf. zu bestätigen.
3. Ihre fachlichen Lösungen können sie gemeinsam im Team präsentieren.
4. Ferner können sie fachlich konstruktives Feedback an Kommilitonen geben und Rückmeldungen zu Ihren eigenen Leistungen angemessen in ihre Arbeitsweise einbeziehen.

Selbstständigkeit:

1. Die Absolventinnen und Absolventen des Environmental Engineering können selbstständig Quellen aus wissenschaftlicher Literatur recherchieren und sich Versuchsberichte erschließen, sich das darin enthaltene Wissen aneignen und auf das jeweilige Projekt transferieren.
2. Sie sind fähig, in Rücksprache mit Lehrenden ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Fragestellungen für notwendige Arbeitsschritte zu definieren.
3. Sie können selbstständig Forschungs- und Entwicklungsaufgaben zur theoretischen und experimentellen Untersuchung von Umweltproblemen definieren und hierfür Projekte planen und durchführen.

Studiengangsstruktur

Der Masterstudiengang Environmental Engineering setzt sich überwiegend aus Modulen mit sechs Leistungspunkten (LP) zusammen. Ein LP entspricht einer Arbeitsleistung von 30 Stunden für die Studierenden (Zeiten der Vor-/Nachbereitung des Lehrstoffes inklusive Prüfungsvorbereitung; Präsenzzeiten). Der gesamte Studiengang fordert in seiner zweijährigen Laufzeit 120 LP in vier Semestern.

Strukturiert werden die Lehrmodule in die Bereiche (i) **Kernqualifikation,** (ii) **Vertiefung** sowie (iii) **Abschlussarbeit**. In der **Kernqualifikation** besuchen alle Studierenden des Studiengangs zunächst Pflichtveranstaltungen im Umfang von 42 LP, die vornehmlich im ersten und zweiten Semester zu erbringen sind. Zusätzlich wählen die Studierenden je nach Interessenschwerpunkt hier noch weitere 18 LP aus einem Wahlpflichtbereichs im Umfang von 30 LP aus. Diese Module werden vornehmlich im zweiten und dritten Semester belegt. Verpflichtend sind ebenfalls je ein Modul Betriebswirtschaftslehre sowie ein Modul mit Kursen aus nicht-technischen Fächern (Spracherwerb, kunst- bzw. kulturorientierte Lehrveranstaltungen). Der Bereich **Vertiefung** umfasst mit der Projektarbeit 12 LP Pflicht- sowie 18 LP Wahlpflichtveranstaltungen, die aus dem jeweiligen Studienangebot der Vertiefungsrichtungen Wasser, Abfall und Energie bzw. Biotechnologie ausgewählt werden können. Diese Module werden vorzugsweise im dritten Semester belegt bzw. abgeleistet. Das vierte Semester ist der Erstellung der Masterarbeit (**Abschlussarbeit**, 30 LP) gewidmet. Diese wird vorzugsweise in der fachlichen Vertiefung erstellt, dies ist allerdings keine verpflichtende Vorgabe. Ein Mobilitätsfenster für einen mehrmonatigen Aufenthalt im Ausland oder beispielsweise für ein Industriepraktikum bietet am ehesten das dritte bzw. das vierte Semester, da Projekt- und Masterarbeit unabhängig vom Vorlesungsbetrieb und in direkter Abstimmung mit den betreuenden Dozenten erstellt werden können.

Fachmodule der Kernqualifikation

Modul M0523: Betrieb & Management

Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Meyer
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	• Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte betriebswirtschaftliche Spezialgebiete innerhalb der Betriebswirtschaftslehre zu verorten. • Die Studierenden können in ausgewählten betriebswirtschaftlichen Teilbereichen grundlegende Theorien, Kategorien und Modelle erklären. • Die Studierenden können technisches und betriebswirtschaftliches Wissen miteinander in Beziehung setzen.
Fertigkeiten	• Die Studierenden können in ausgewählten betriebswirtschaftlichen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden. • Die Studierenden können für praktische Fragestellungen in betriebswirtschaftlichen Teilbereichen Entscheidungsvorschläge begründen.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	• Die Studierenden sind in der Lage, in interdisziplinären Kleingruppen zu kommunizieren und gemeinsam Lösungen für komplexe Problemstellungen zu erarbeiten.
Selbstständigkeit	• Die Studierenden sind in der Lage, sich notwendiges Wissen durch Recherchen und Aufbereitungen von Material selbstständig zu erschließen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
Leistungspunkte	6

Lehrveranstaltungen

Die Informationen zu den Lehrveranstaltungen entnehmen Sie dem separat veröffentlichten Modulhandbuch des Moduls.

Modul M0524: Nichttechnische Angebote im Master

Modulverantwortlicher	Dagmar Richter
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	**Die Nichttechnischen Angebote (NTA)** vermittelt die in Hinblick auf das Ausbildungsprofil der TUHH nötigen Kompetenzen, die ingenieurwissenschaftliche Fachlehre fördern aber nicht abschließend behandeln kann: Eigenverantwortlichkeit, Selbstführung, Zusammenarbeit und fachliche wie personale Leitungsbefähigung der zukünftigen Ingenieurinnen und Ingenieure. Er setzt diese Ausbildungsziele in seiner **Lehrarchitektur**, den **Lehr-Lern-Arrangements**, den **Lehrbereichen** und durch Lehrangebote um, in denen sich Studierende wahlweise für **spezifische Kompetenzen** und ein **Kompetenzniveau** auf Bachelor- oder Masterebene qualifizieren können. Die Lehrangebote sind jeweils in einem Modulkatalog Nichttechnische Ergänzungskurse zusammengefasst. **Die Lehrarchitektur** besteht aus einem studiengangübergreifenden Pflichtstudienangebot. Durch dieses zentral konzipierte Lehrangebot wird die Profilierung der TUHH Ausbildung auch im nichttechnischen Bereich gewährleistet. Die Lernarchitektur erfordert und übt eigenverantwortliche Bildungsplanung in Hinblick auf den individuellen Kompetenzaufbau ein und stellt dazu Orientierungswissen zu thematischen Schwerpunkten von Veranstaltungen bereit. Das über den gesamten Studienverlauf begleitend studierbare Angebot kann ggf. in ein-zwei Semestern studiert werden. Angesichts der bekannten, individuellen Anpassungsprobleme beim Übergang von Schule zu Hochschule in den ersten Semestern und um individuell geplante Auslandsemester zu fördern, wird jedoch von einer Studienfixierung in konkreten Fachsemestern abgesehen. **Die Lehr-Lern-Arrangements** sehen für Studierende - nach B.Sc. und M.Sc. getrennt - ein semester- und fachübergreifendes voneinander Lernen vor. Der Umgang mit Interdisziplinarität und einer Vielfalt von Lernständen in Veranstaltungen wird eingeübt - und in spezifischen Veranstaltungen gezielt gefördert. **Die Lehrbereiche** basieren auf Forschungsergebnissen aus den wissenschaftlichen Disziplinen Kulturwissenschaften, Gesellschaftswissenschaften, Kunst, Geschichtswissenschaften, Kommunikationswissenschaften, Migrationswissenschaften, Nachhaltigkeitsforschung und aus der Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften. Über alle Studiengänge hinweg besteht im Bachelorbereich zusätzlich ab Wintersemester 2014/15 das Angebot, gezielt Betriebswirtschaftliches und Gründungswissen aufzubauen. Das Lehrangebot wird durch soft skill und Fremdsprachkurse ergänzt. Hier werden insbesondere kommunikative Kompetenzen z.B. für Outgoing Engineers gezielt gefördert. **Das Kompetenzniveau** der Veranstaltungen in den Modulen der nichttechnischen Ergänzungskurse unterscheidet sich in Hinblick auf das zugrunde gelegte Ausbildungsziel: Diese Unterschiede spiegeln sich in den verwendeten Praxisbeispielen, in den - auf unterschiedliche berufliche Anwendungskontexte verweisende - Inhalten und im für M.Sc. stärker wissenschaftlich-theoretischen Abstraktionsniveau. Die Soft skills für Bachelor- und für Masterabsolventinnen/ Absolventen unterscheidet sich an Hand der im Berufsleben unterschiedlichen Positionen im Team und bei der Anleitung von Gruppen. **Fachkompetenz (Wissen)** Die Studierenden können • ausgewähltes Spezialgebiete des jeweiligen nichttechnischen Bereiches erläutern, • in den im Lehrbereich vertretenen Disziplinen grundlegende Theorien, Kategorien, Begrifflichkeiten, Modelle, Konzepte oder künstlerischen Techniken skizzieren, • diese fremden Fachdisziplinen systematisch auf die eigene Disziplin beziehen, d.h. sowohl abgrenzen als auch Anschlüsse benennen, • in Grundzügen skizzieren, inwiefern wissenschaftliche Disziplinen, Paradigmen, Modelle, Instrumente, Verfahrensweisen und Repräsentationsformen der Fachwissenschaften einer individuellen und soziokulturellen Interpretation und Historizität unterliegen, • können Gegenstandsangemessen in einer Fremdsprache kommunizieren (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).
Fertigkeiten	Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen • grundlegende und teils auch spezielle Methoden der genannten Wissenschaftsdisziplinen anwenden. • technische Phänomene, Modelle, Theorien usw. aus der Perspektive einer anderen, oben erwähnten Fachdisziplin befragen. • einfache und teils auch fortgeschrittene Problemstellungen aus den behandelten Wissenschaftsdisziplinen erfolgreich

	bearbeiten, • bei praktischen Fragestellungen in Kontexten, die den technischen Sach- und Fachbezug übersteigen, ihre Entscheidungen zu Organisations- und Anwendungsformen der Technik begründen.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden sind fähig , • in unterschiedlichem Ausmaß kooperativ zu lernen • eigene Aufgabenstellungen in den o.g. Bereichen in adressatengerechter Weise in einer Partner- oder Gruppensituation zu präsentieren und zu analysieren, • nichttechnische Fragestellungen einer Zuhörerschaft mit technischem Hintergrund verständlich darzustellen • sich landessprachlich kompetent, kulturell angemessen und geschlechtersensibel auszudrücken (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist)
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind in ausgewählten Bereichen in der Lage, • die eigene Profession und Professionalität im Kontext der lebensweltlichen Anwendungsgebiete zu reflektieren, • sich selbst und die eigenen Lernprozesse zu organisieren, • Fragestellungen vor einem breiten Bildungshorizont zu reflektieren und verantwortlich zu entscheiden, • sich in Bezug auf ein nichttechnisches Sachthema mündlich oder schriftlich kompetent auszudrücken. • sich als unternehmerisches Subjekt zu organisieren, (sofern dies ein gewählter Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
Leistungspunkte	6

Lehrveranstaltungen
Die Informationen zu den Lehrveranstaltungen entnehmen Sie dem separat veröffentlichten Modulhandbuch des Moduls.

Modul M0619: Abfallbehandlungstechnologien

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Abfall- und Umweltchemie (L0328)	Laborpraktikum	2	2
Biologische Abfallbehandlung (L0318)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	4

Modulverantwortlicher	Prof. Kerstin Kuchta
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	chemische und biologische Grundkenntnisse
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Ziel ist der Erwerb von Kenntnissen zur Planung von biologischen Abfallbehandlungsverfahren. Die Studierenden können Techniken der anaeroben und aeroben Abfallbehandlung detailliert beschreiben, unterschiedliche Designs von Abluftbehandlung für biologische Abfallbehandlungsverfahren erläutern und abfallanalytischen Verfahren und Versuche erläutern.
Fertigkeiten	Die Studierenden beherrschen die technische Auslegung sowie die kritische Bewertung von Techniken sowie der Qualitätskontrolle bzw. Messung von Abfallbehandlungsanlagen. Die Studierenden können relevante Literatur und Daten zu gegebenen Fragestellungen auswählen und bewerten sowie zusätzlich Untersuchungen bzw. Versuche planen und durchführen. Die Studierenden sind in der Lage, Ergebnisse zu präsentieren und sachlich zu diskutieren.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden können wissenschaftliche Aufgabenstellungen fachspezifisch und fachübergreifend diskutieren, gemeinsame Lösungen in Kleingruppen entwickeln sowie ihre eigenen Arbeitsergebnissen vor Kommilitonen vertreten. Sie können fachlich konstruktives Feedback an Kommilitonen geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen umgehen.
Selbstständigkeit	Die Studierenden können selbstständig Quellen aus Literatur und Geschäfts- oder Versuchsberichten recherchieren und erschließen, sich das darin enthaltene Wissen aneignen und auf das jeweilige Projekt transformieren. Sie sind fähig, in Rücksprache mit Lehrenden oder der Zwischenpräsentation ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Fragestellungen für die Lösungen der notwendigen Arbeitsschritte zu definieren.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	**Verpflichtend** Ja; **Bonus** Keiner; **Art der Studienleistung** Fachtheoretisch-fachpraktische Studienleistung; **Beschreibung**
Prüfung	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	Ausarbeitung und Präsentation (15-25 Minuten in Gruppen)
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0328: Abfall- und Umweltchemie	
Typ	Laborpraktikum
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Kerstin Kuchta
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Die Studierenden werden in Gruppen aufgeteilt. Jede Gruppe bereitet ein Protokoll für jeden durchgeführten Versuch vor, das danach im Rahmen einer Nachbesprechung und Diskussion der Ergebnisse als Bewertungsbasis für die Gruppe sowie die einzelnen Studierenden dient. An manchen Versuchen sind Präsentationen des Versuchsverlaufs und der Ergebnisse vorgesehen, mit anschließender Diskussion zwecks kritischer Ergebnisbewertung. Versuche sind zum Beispiel: Siebversuche, Fos/Tac AAS Heizwert
Literatur	Scripte

Lehrveranstaltung L0318: Biological Waste Treatment	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Kerstin Kuchta
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	1. Introduction 2. biological basics 3. determination process specific material characterization 4. aerobic degradation (Composting, stabilization) 5. anaerobic degradation (Biogas production, fermentation) 6. Technical layout and process design 7. Flue gas treatment 8. Plant design practical phase
Literatur	

Modul M1311: Sustainable Water Management and Microbiology of Water Systems

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Mikrobiologie der Wasserversorgung (L1782)	Vorlesung	2	3
Nachhaltiges Wassermanagement (L0406)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Mathias Ernst
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge in water chemistry, Knowledge of main water treatment processes
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Students will be able to explain the relevance of local and national water cycles on basis of water recycling targets. They will be able to separate into conventional and advanced treatment processes for both, drinking and wastewater treatment. Students are capable to name basic differences between water chemical parameters in drinking and wastewater analysis and define their significance for a sustainable water management. Students will be able to differentiate between natural and hygienically relevant bacteria in drinking water and will know modern microbiological methods for routine and scientific analyses of drinking water. They are familiar with the diverse microbiological processes in drinking water treatment and supply. The students know the legal regulations of the microbiological drinking water quality.
Fertigkeiten	On basis of water use targets students will be able to prepare combinations of naturally based as well as technical water treatment processes. They will be able to calculate key parameters of treatment pathways for a water recycling study. Students will be able to deputise their conceptual design study by argumentation. Students will be capable to assess risks for the hygienic state of drinking water. Based on knowledge of methods they are able to evaluate results of routine analyses and research. Based on knowledge of processes, students will be able to suggest solutions to problems in drinking water supply.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Students will be able to work in diverse teams on problems in the field of sustainable water management. They will be able to coordinate complex tasks within their group and hand out duties accordingly.
Selbstständigkeit	Students will be in a position to work out presentations in the field of sustainable water management. They will be capable of finding creative solutions for water recycling concepts. Students will know how to use their technical knowledge for solving problems.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	**Verpflichtend** Ja; **Bonus** 20 %; **Art der Studienleistung** Referat; **Beschreibung**
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min Klausur
Zuordnung zu folgenden Curricula	Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L1782: Microbiology of water systems	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Johannes Gescher, Prof. Mathias Ernst
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Natural and hygienically relevant microorganisms in drinking water • Quantification of bacteria in drinking water • Identification of bacteria • Bacterial population analyses • Growth of bacteria and VBNC-state • Activity of bacteria in the environment • Biofilms in drinking water systems • Disinfection of drinking water and drinking water systems • Microbiological processes in drinking water treatment • Technical realization for optimized use of microbiological processes for drinking water production • Impact factors on microbiological drinking water quality during distribution and compliance with legal requirements on hygiene at the consumer's tap
Literatur	• Allgemeine Mikrobiologie. 2007. Fuchs, G. (Hrsg.), 8. Aufl., Thieme Verlag, Stuttgart. • Brock Biology of Microorganisms. 2015. Madigan, M. T., Martinko, J. M., Bender, K. S., Buckley, D. H., and Stahl, D. A. (eds.), 14. edition, Pearson Education Ltd, Harlow, UK. • Microbial growth in drinking- water supplies: Problems, causes control and research needs. 2014. Van der Kooij, D. and Van der Wielen, P. W. J. J. (eds.) IWA Publishing, London.

Lehrveranstaltung L0406: Sustainable Water Management	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Mathias Ernst
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	The course provides knowledge on the sustainable treatment and management of the resource water. Used water is an alternative resource and can be recycled in any field of the urban water cycle after adequate treatment. The resulting water quality is the decisive issue. In the course the central quality parameters of drinking- as well as wastewater assessment will be presented and discussed. Moreover the legal frame for water reuse in the EU and examples from all over the world will be communicated. The students receive the task to develop a conceptual design study of an indirect potable reuse facility in given boundary conditions. To fulfill this task, the students will work in small groups representing a consulting firm. Later in the course the firms will present their concepts. In preparation to the team presentation further knowledge on alternative water resources and sustainable management will be provided. International case studies will be presented and discussed. Next to the communication of technical details, planning tools for the implementation of alternative water management will be given also Option for an effective public perception program of later water users.
Literatur	• Milestones in Water Reuse, V. Lazarova, T. Asano, A. Bahri, J. Anderson, IWA Publishing 2013 • Current UN World Water Development Reports • Water Security for Better Lives, OECD Studie 2013 • PPT's provided during the course

Modul M1313: Strömungsmechanik, Hydraulik und Geoinformationssysteme im Wasserbau

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Geoinformationssysteme in der Wasserwirtschaft und im Wasserbau (L0963)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Strömungsmechanik und Hydraulik (L1246)	Vorlesung	2	2
Strömungsmechanik und Hydraulik (L1656)	Gruppenübung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Peter Fröhle
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Mathematik und Physik; Vorkenntnisse über Statik und Thermodynamik wäre vorteilhaft.
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden verfügen nach Abschluss der Vorlesung bzw. des Modules über Kenntnisse der Fluideigenschaften, Hydrostatik, Fluid Kinematik, Erhaltungsgleichungen (Massen, Energie und Impuls), Rohrströmung, Grenzschichttheorie, viskose Strömung (Reibungskräfte), Röhrströmung, Gerinneströmung, Strömung in kompakten und natürlichen Querschnitte und Reibungsverluste.
Fertigkeiten	Die Studierenden sind in der Lage Kräfte in Fluiden, Strömung in geschlossenen und offenen Gerinne zu berechnen und analysieren.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden lernen die Fachkenntnisse in anwendungsorientierten Fragestellung wie Berechnung des Wasserstands und Wassersteigungsrate beim Hochwasser einzusetzen und in Team mit anderen Fachrichtungen zusammen zu arbeiten, z.B. bei der Bemessung von Schleusen.
Selbstständigkeit	Die studierenden können selbstständig deren Wissen erweitern und auf neue Fragestellungen anwenden.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	150 Minuten, besteht aus Verständnis-Fragen und Berechnungen
Zuordnung zu folgenden Curricula	Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L0963: Geoinformationssysteme in der Wasserwirtschaft und im Wasserbau

Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Peter Fröhle
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Theoretische Grundlagen von Geographischen Informationssystemen (GIS) • Datenmodell, geographische Koordinatensysteme, Georeferenzierung, Kartenansichten und Modifikation mit Hilfe der Interaktiven Graphik. • Datensuche und -auswertung geographischer Daten (digitale Höhenmodelle, thematische Kartographie, Kartenüberlagerung und boolsche Operationen an geographischen Objekten). • Analysetechniken von geographischen Daten zur Bestimmung hydrologischer Parameter (Infiltrationskapazität, Geländegradient, Abgrenzung von Entwässerungseinheiten, Konfliktbestimmung in der Landnutzung, Pufferbildung an Raumkorridoren)
Literatur	None

Lehrveranstaltung L1246: Fluid Mechanics and Hydraulics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Mohammad Hassan Nasermoaddeli
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Properties of fluid, hydrostatics, Fluid kinematics, conservation equations (mass, energy and momentum), flow in pipes, boundary layer theory of laminar and turbulent flow, viscous flow (skin friction and drag forces), open channel hydraulics, flow in compound and natural channels, local energy head losses
Literatur	R.L. Street, G.Z. Watters, J.K. Vennard: Elementary Fluid Mechanics, 7th edition, 1996 Chow, V.T., Open Channel hydraulics, Ven Te Chow, 1988

Lehrveranstaltung L1656: Fluid Mechanics and Hydraulics	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Mohammad Hassan Nasermoaddeli
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1312: Environmental Analysis and Water Technology Practice

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Siedlungswasserwirtschaftliches Praktikum I (L0503)	Laborpraktikum	3	3
Umweltanalytik (L0354)	Vorlesung	2	3

Modulverantwortlicher	Dr. Dorothea Rechtenbach
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge in chemistry and physics (knowledge required at school)
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	The students know basic analytical procedures for evaluating the quality of different environmental compartments.
Fertigkeiten	The students are able to understand and to practically apply methodologies for environmental analysis as well as descriptions of experiments and experimental setups in wasterwater analysis.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	The students are able to organize working processes within a team in a targeted way and based on the divison of labour.
Selbstständigkeit	The students are able to independently exploit sources and conduct experiments following written procedures without external assistance.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 Minuten Klausur inkl. schriftlicher Ausarbeitung für das Praktikum
Zuordnung zu folgenden Curricula	Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L0503: Practical Course in Water and Wastewater Technology I

Typ	Laborpraktikum
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Dorothea Rechtenbach
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	- Impact of pretreatment of wastewater samples on analytical results - Analysis of nutrients in wastewater samples (different methods for nitrate analysis) - Alkalinity - TOC, COD - microscopic analysis of microorganisms relevant in wastewater treatment
Literatur	Skript auf StudIP

Lehrveranstaltung L0354: Environmental Analysis	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Dorothea Rechtenbach, Dr. Henning Mangels
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Introduction Sampling in different environmental compartments, sample transportation, sample storage Sample preparation Photometry Wastewater analysis Introduction into chromatography Gas chromatography HPLC Mass spectrometry Optical emission spectrometry Atom absorption spectrometry Quality assurance in environmental analysis
Literatur	Roger Reeve, Introduction to Environmental Analysis, John Wiley & Sons Ltd., 2002 (TUB: USD-728) Pradyot Patnaik, Handbook of environmental analysis: chemical pollutants in air, water, soil, and solid wastes, CRC Press, Boca Raton, 2010 (TUB: USD-716) Chunlong Zhang, Fundamentals of Environmental Sampling and Analysis, John Wiley & Sons Ltd., Hoboken, New Jersey, 2007 (TUB: USD-741) Miroslav Radojević, Vladimir N. Bashkin, Practical Environmental Analysis RSC Publ., Cambridge, 2006 (TUB: USD-720) Werner Funk, Vera Dammann, Gerhild Donnevert, Sarah Iannelli (Translator), Eric Iannelli (Translator), Quality Assurance in Analytical Chemistry: Applications in Environmental, Food and Materials Analysis, Biotechnology, and Medical Engineering, 2nd Edition, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA,Weinheim, 2007 (TUB: CHF-350) STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 21st Edition, Andrew D. Eaton, Leonore S. Clesceri, Eugene W. Rice, and Arnold E. Greenberg, editors, 2005 (TUB:CHF-428) K. Robards, P. R. Haddad, P. E. Jackson, Principles and Practice of Modern Chromatographic Methods, Academic Press G. Schwedt, Chromatographische Trennmethoden, Thieme Verlag H. M. McNair, J. M. Miller, Basic Gas Chromatography, Wiley W. Gottwald, GC für Anwender, VCH B. A. Bidlingmeyer, Practical HPLC Methodology and Applications, Wiley K. K. Unger, Handbuch der HPLC, GIT Verlag G. Aced, H. J. Möckel, Liquidchromatographie, VCH Charles B. Boss and Kenneth J. Fredeen, Concepts, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry Perkin-Elmer Corporation 1997, On-line available at: http://files.instrument.com.cn/bbs/upfile/2006291448.pdf Atomic absorption spectrometry: theory, design and applications, ed. by S. J. Haswell 1991 (TUB: 2727-5614) Royal Society of Chemistry, Atomic absorption spectometry (http://www.kau.edu.sa/Files/130002/Files/6785_AAs.pdf)

Modul M1716: Subsurface Processes

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Modeling of Subsurface Processes (L2731)	Gruppenübung	3	3
Subsurface Solute Transport (L2728)	Vorlesung	2	2
Subsurface Solute Transport (L2729)	Hörsaalübung	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Nima Shokri
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic Mathematics, Hydrology
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Upon completion of this module, the students will understand the mechanisms controlling solute transport in soil and natural porous media and will be able to work with the equations that govern the fate and transport of solutes in porous media. Analytical, numerical and experimental tools and techniques will be used in this module.
Fertigkeiten	In addition to the physical insights, the students will be exposed to analytical, experimental and numerical tools and techniques in this module. This provides them with an excellent opportunity to improve their skills on multiple fronts which will be useful in their future career.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Teamwork & problem solving
Selbstständigkeit	The students will be involved in writing individual reports and presentation. This will contribute to the students' ability and willingness to work independently and responsibly.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	Report
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L2731: Modeling of Subsurface Processes

Typ	Gruppenübung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Milad Aminzadeh
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Basic usage and background of chosen computer software to calculate flow and transport in the saturated and unsaturated zone and to analyze field data like pumping test data
Literatur	

Lehrveranstaltung L2728: Subsurface Solute Transport	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Nima Shokri
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Basic physical properties of soil: Definition and quantification; Liquid flow in soils (Darcy's law); Solute transport in soils; Practical analysis to measure dispersion coefficient in soil under different boundary conditions; Advanced topics (e.g. Application of Artificial Intelligence to predict soil salinization)
Literatur	- Environmental Soil Physics, by Daniel Hillel - Soil Physics, Sixth Edition, by William A. Jury and Robert Horton

Lehrveranstaltung L2729: Subsurface Solute Transport	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Hannes Nevermann
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0857: Geochemical Engineering

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Altlasten und Deponierung (L0906)	Vorlesung	2	2
Altlasten und Deponierung (L0907)	Hörsaalübung	1	2
Ingenieurgeochemie (L0904)	Vorlesung	2	2

Modulverantwortlicher	Dr. Marco Ritzkowski
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Module: General and Inorganic Chemistry, Module:Organic Chemistry, Biology (Basic Knowledge)
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	With the completion of this module students acquire profound knowledge of biogeochemical processes, the fate of pollutants in soil and groundwater, and techniques to deposit contaminated waste material. They are able to describe in principle the behaviour of chemicals in the environment. Students can explain and report the approach to remediate contaminated sites.
Fertigkeiten	With the completion of this module students can apply the acquired theoretical knowledge to model cases of site pollution and critically assess the situation technically and conceptually. They are able to draw comparisons on different remediation strategies and techniques. Model projects can be devised and treated.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Students can discuss technical and scientific tasks within a seminar subject specific and interdisciplinary .
Selbstständigkeit	Students can independently exploit sources , acquire the particular knowledge of the subject and apply it to new problems.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	2 Stunden
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0906: Contaminated Sites and Landfilling

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Marco Ritzkowski, Dr. Joachim Gerth
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	The part Contaminated Sites gives an introduction into different scales of pollution and identifies key pollutants. Geochemical attenuation mechanisms and the role of organisms are highlighted affecting the fate of pollutants in leachate and groundwater. Techniques for site characterization and remediation are discussed including economical aspects. The part Landfilling is introduced by discussing fundamental aspects and the worldwide situation of waste management. The lecture highlights transformation processes in landfill bodies, emissions of gases and leachate, and the long-term behaviour of landfill sites with measures of aftercare.
Literatur	1) **Waste Management**. Bernd Bilitewski; Georg Härdtle; Klaus Marek (Eds.), ISBN: 9783540592105 , Springer Verlag Lehrbuchsammlung der TUB, Signatur USH-305 2) **Solid Waste Technology and Management.** Thomas Christensen (Ed.), ISBN: 978-1-4051-7517-3 , Wiley Verlag Lesesaal 2: US - Umweltschutz, Signatur USH-332 3) **Natural attenuation of fuels and chlorinated solvents in the subsurface.** Todd H. Wiedemeier(Ed.), ISBN: 0471197491 Lesesaal 2: US - Umweltschutz, Signatur USH-844

Lehrveranstaltung L0907: Contaminated Sites and Landfilling	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Marco Ritzkowski, Dr. Joachim Gerth
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0904: Geochemical Engineering	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Joachim Gerth
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	As an introduction cases are presented in which geochemical engineering was used to solve environmental problems. Environmentally important minerals are discussed and methods for their detection. It is demonstrated how solution equilibria can be modified to eliminate elevated concentrations of unwanted species in solution and how carbon dioxide concentration affects pH and the dissolution of carbonate minerals. Modifications of redox conditions, pH, and electrolyte concentration are shown to be effective tools for controlling the mobility and fate of hazardous species in the environment.
Literatur	**Geochemistry, groundwater and pollution.** C. A. J. Appelo; D. Postma Leiden [u.a.] Balkema 2005 Lehrbuchsammlung der TUB, Signatur GWC-515

Modul M0875: Nexus Engineering - Water, Soil, Food and Energy

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Entwurf von ökologischen Dörfern - Wasser, Energie, Boden und Nahrungsmittelnexus (L1229)	Seminar	2	2
Wasser- & Abwassersysteme im globalen Kontext (L0939)	Vorlesung	2	4

Modulverantwortlicher	Prof. Ralf Otterpohl
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge of the global situation with rising poverty, soil degradation, migration to cities, lack of water resources and sanitation
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Students can describe the facets of the global water situation. Students can judge the enormous potential of the implementation of synergistic systems in Water, Soil, Food and Energy supply.
Fertigkeiten	Students are able to design ecological settlements for different geographic and socio-economic conditions for the main climates around the world.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	The students are able to develop a specific topic in a team and to work out milestones according to a given plan.
Selbstständigkeit	Students are in a position to work on a subject and to organize their work flow independently. They can also present on this subject.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	Semesterbegleitend werden Meilensteine erarbeitet, vorgetragen und schrfitlich festgehalten. Genaueres findet man ab jeweiligem Semesterbeginn im Stud Ip Kurs im herunterladbarem Modulhandbuch.
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1229: Ecological Town Design - Water, Energy, Soil and Food Nexus	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Ralf Otterpohl
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Participants Workshop: Design of the most attractive productive Town • Keynote lecture and video • The limits of Urbanization / Green Cities • The tragedy of the Rural: Soil degradation, agro chemical toxification, migration to cities • Global Ecovillage Network: Upsides and Downsides around the World • Visit of an Ecovillage • Participants Workshop: Resources for thriving rural areas, Short presentations by participants, video competion • TUHH Rural Development Toolbox • Integrated New Town Development • Participants workshop: Design of New Towns: Northern, Arid and Tropical cases • Outreach: Participants campaign • City with the Rural: Resilience, quality of live and productive biodiversity
Literatur	• Ralf Otterpohl 2013: Gründer-Gruppen als Lebensentwurf: "Synergistische Wertschöpfung in erweiterten Kleinstadt- und Dorfstrukturen", in „Regionales Zukunftsmanagement Band 7: Existenzgründung unter regionalökonomischer Perspektive, Pabst Publisher, Lengerich • http://youtu.be/9hmkgn0nBgk (Miracle Water Village, India, Integrated Rainwater Harvesting, Water Efficiency, Reforestation and Sanitation) • TEDx New Town Ralf Otterpohl: http://youtu.be/_M0J2u9BrbU

Lehrveranstaltung L0939: Water & Wastewater Systems in a Global Context	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Ralf Otterpohl
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Keynote lecture and video • Water & Soil: Water availability as a consequence of healthy soils • Water and it’s utilization, Integrated Urban Water Management • Water & Energy, lecture and panel discussion pro and con for a specific big dam project • Rainwater Harvesting on Catchment level, Holistic Planned Grazing, Multi-Use-Reforestation • Sanitation and Reuse of water, nutrients and soil conditioners, Conventional and Innovative Approaches • Why are there excreta in water? Public Health, Awareness Campaigns • Rehearsal session, Q&A
Literatur	• Montgomery, David R. 2007: Dirt: The Erosion of Civilizations, University of California Press • Liu, John D.: http://eempc.org/hope-in-a-changing_climate/ (Integrated regeneration of the Loess Plateau, China, and sites in Ethiopia and Rwanda) • http://youtu.be/9hmkgn0nBgk (Miracle Water Village, India, Integrated Rainwater Harvesting, Water Efficiency, Reforestation and Sanitation)

Modul M0828: Urban Environmental Management

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Lärmschutz (L1109)	Vorlesung	2	2
Städtische Infrastrukturen (L0874)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	4

Modulverantwortlicher	Dr. Dorothea Rechtenbach
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	• Knowledge on Urban planning • Knowledge on measures for climate protection • General knowledge of scientific writing/working
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Students can describe urban development corridors as well as current and future urban environmental problems. They are able to explain the causes of environmental problems (like noise). Students can specify applications for various technical innovations and explain why these contribute to the improvement of urban life. They can, for example, derive and discuss measures for effective noise abatement.
Fertigkeiten	Students are able to develop specific solutions for correcting existing or future environment-related problems of urban development. They can define a range of conceptual and technical solutions for environmental problems for different development paths. To solve specific urban environmental problems they can select technical innovations and integrate them into the urban context.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	The students can work together in international groups.
Selbstständigkeit	Students are able to organize their work flow to prepare themselves for presentations and contributions to the discussions. They can acquire appropriate knowledge by making enquiries independently.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	Schriftliche Ausarbeitung plus Vortrag
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Kernqualifikation: Pflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Pflicht

Lehrveranstaltung L1109: Noise Protection

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Martin Jäschke
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	1) Müller & Möser (2013): Handbook of Engineering Acoustics (also available in German) 2) WHO (1999): Guidelines for Community Noise 3) Environmental Noise Directive 2002/49/EG 4) ISO 9613-2 (1996): Acoustics, Attenuation of sound during propagation outdoors, Part 2: General method of calculation

Lehrveranstaltung L0874: Urban Infrastructures	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Dorothea Rechtenbach
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Problem Based Learning Main topics are: • Central vs. Decentral Wastewater Treatment. • Compaction of Cities. • Car Free Cities. • Multifunctional Places in Cities. • The Sustainability of Freight Transport in Cities.
Literatur	Depends on chosen topic.

Modul M0870: Management von Oberflächenwasser

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Modellieren von Strömungen in Flüssen und Ästuaren (L0810)	Vorlesung	3	4
Naturnaher Wasserbau / Integrierter Hochwasserschutz (L0961)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Peter Fröhle
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Hydromechanik und Hydraulik sowie der Hydrologie und des Wasserbaus; Wasserbau I u. Wasserbau II
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden können die grundlegenden Prozesse, die mit der Modellierung von Strömungen im Wasserbau verbunden sind, detailliert definieren. Daneben können sie die wesentlichen Aspekte der Modellierung, die gängigen numerischen Modelle zur Simulation von Strömungen und Seegang und die Konzepte des naturnahen Wasserbaus sowie des Risikomanagements im Wasserbau beschreiben.
Fertigkeiten	Die Studierenden können hydrodynamisch - numerische Modelle auf praktische Fragestellungen anwenden. Daneben können die Studierenden Hochwasserrisiko-Managementkonzepte für gefährdete Gebiete aufstellen. Sie können Konzepte zur Renaturierung von Gewässern auf praktische Fragestellungen anwenden.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden lernen die Fachkenntnisse in anwendungsorientierten Fragestellung des naturnahen Wasserbaus einzusetzen und im Team mit anderen Fachrichtungen zusammen zu arbeiten.
Selbstständigkeit	Die studierenden können selbstständig deren Wissen erweitern und auf neue Fragestellungen anwenden.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	Die Prüfungsdauer beträgt 150 min. Es werden sowohl Aufgaben zum allgemeinen Verständis der vermittelten Inhalte gestellt als auch Berechnungsaufgaben, die
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Pflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Kernqualifikation: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0810: Modelling of Flow in Rivers and Estuaries	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Edgar Nehlsen, Prof. Peter Fröhle
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Introduction to numerical flow modelling • Processes affecting tht flow • Examples and applications of numerical models • Procedure of numerical modelling • Model concept Basic equations of hydrodynamics • Saint-Venant equations • Euler Equations • Navier-Stokes equations • Reynolds-averaged Navier-Stokes equations • Shallow water equations Solving schemes • Numerical discretization • Solution algorithms • Convergence
Literatur	Vorlesungsskript Literaturempfehlungen Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (1997): Hydraulische Berechnung von naturnahen Fließgewässern. Düsseldorf: BWK (BWK-Merkblatt). Chow, Ven-te (1959): Open-channel Hydraulics. New York usw.: McGraw-Hill (McGraw-Hill Civil Engineering Series). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA); DWA-Arbeitsgruppe WW-3.2 Mehrdimensionale numerische Modelle, DWA-Arbeitsgruppe WW-3.2 Mehrdimensionale numerische (2019a): Merkblatt DWA-M 543-2 Geodaten in der Fließgewässermodellierung Teil 1: Geodaten in der Fließgewässermodellierung. Februar 2019. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA-Regelwerk, 543-1). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA); DWA-Arbeitsgruppe WW-3.2 Mehrdimensionale numerische Modelle, DWA-Arbeitsgruppe WW-3.2 Mehrdimensionale numerische (2019b): Merkblatt DWA-M 543-2 Geodaten in der Fließgewässermodellierung Teil 2: Bedarfsgerechte Datenerfassung und -aufbereitung. Februar 2019. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA-Regelwerk, 543-2). Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA); DWA-Arbeitsgruppe WW-3.2 Mehrdimensionale numerische Modelle, DWA-Arbeitsgruppe WW-3.2 Mehrdimensionale numerische (2019c): Merkblatt DWA-M 543-3 Geodaten in der Fließgewässermodellierung - Teil 3: Aspekte der Strömungsmodellierung und Fallbeispiele. Februar 2019. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA-Regelwerk, 543-3). Hervouet, Jean-Michel (2007): Hydrodynamics of free surface flows. Modelling with the finite element method. Chichester: Wiley. Online verfügbar unter http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0741/2007296953-b.html. IAHR (2015): Professional Specifications for Physical and Numerical Studies in Environmental Hydraulics. In: Hydrolink (3/2015), S. 90-92. Olsen, Nils Reidar B. (2012): Numerical Modelling and Hydraulics. 3. Aufl. Department of Hydraulic and Environmental Engineering, The Norwegian University of Science and Technology. Szymkiewicz, Romuald (2010): Numerical modeling in open channel hydraulics. Dordrecht: Springer (Water science and technology library, 83). van Waveren, Harold (1999-): Good modelling practice handbook. [Utrecht], Lelystad, Den Haag: STOWA; Rijkswaterstaat-RIZA; SDU, afd. SEO/RIZA [etc. distr.] (Nota, nr. 99.036). Zielke, Werner (Hg.) (1999): Numerische Modelle von Flüssen, Seen und Küstengewässern. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau. Bonn: Wirtschafts- und Verl.-Ges. Gas und Wasser (Schriftenreihe des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau, 127).

Lehrveranstaltung L0961: Naturnaher Wasserbau / Integrierter Hochwasserschutz	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Natasa Manojlovic, Prof. Peter Fröhle
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe

Inhalt	• Verfahren der Regime-Theorie und Ihr Einsatz bei der Entwicklung eines natürlichen Gewässerleitbildes
	• Ingenieurbiologische Verfahren zur natürlichen Stabilisierung von Fließgewässer
	  ◦ Entwurfstechniken im Wasserbau
	  ◦ hydraulische Bemessung von Gewässerbett und Ufersicherung
	  ◦ Konstruktionsprinzipien von Fisch-Umgehungsgerinnen, Fisch-Rampen und technischen Fischtreppen
	  ◦ Entwurfs- und Bemessungsverfahren von Fischpassagen
	• Risiko-Managements im Hochwasserschutz
	  ◦ Resiliente-Maßmaßnahmen im Binnenhochwasserschutz (Dry- und Wet-Proofing, Kapazitätsbildung von Bürgern, Stadtplanern und Wasserwirtschaftlern, Katastrophenschutzstrategien)
	  ◦ Gestaltung und hydraulische Bemessung von Retentionsmaßnahmen in Natur- und Siedlungsräumen (dezentrale Rückhaltung, Maßnahmen des dezentralen Regenwassermanagements in der Stadt, Hochwasserrückhaltepolder)
	• Entwurfstechniken im technischen Hochwasserschutz
	  ◦ (Deiche und Mauern, mobile Wände, Binnenentwässerung),
	  ◦ Naturschutz-, Landschafts- und Denkmalschutzaspekte bei Maßnahmen des Hochwasserschutzes
	• Methoden zur Abschätzung von Hochwasserschäden sowie der Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von Hochwassermanagement Maßnahmen

Literatur	Vorlesungsumdruck

Modul M1717: Advanced Vadose Zone Hydrology

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Modeling Processes in Vadose Zone (L2735)	Gruppenübung	2	2
Vadose Zone Hydrology (L2732)	Vorlesung	2	2
Vadose Zone Hydrology (L2733)	Hörsaalübung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Nima Shokri
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge in water and soil Comfortable with math and physics, critical thinking, creative problem solving Analytic skills
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	The students will learn about soil characterization (solid and liquid phase), the energy state of soil water, the soil water characteristic curve, flow in saturated and unsaturated soil as well as about solute transport in soil
Fertigkeiten	Students will work on practical examples modelling transport processes in soil using different quantitative tools including computer simulations and analytical tools. This will help them to apply knowledge in order to solve problems and tasks.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	The module aims at raising awareness and enthusiasm for new knowledge related to water, soil and environment. This will positively contribute to shape their work and life environment.
Selbstständigkeit	The students will be involved in many problem solving exercises. This will contribute toward their willingness to work independently and responsibly.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	Report und Präsentation
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L2735: Modeling Processes in Vadose Zone

Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Milad Aminzadeh
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Numerical tools will be introduced and used to quantify flow and transport processes in soil
Literatur	NA

Lehrveranstaltung L2732: Vadose Zone Hydrology	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Nima Shokri
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Soil solid phase characterization, Soil liquid phase characterization, The energy state of soil water, Soil Water Characteristic Curve, Flow in saturated soil, Flow in unsaturated soil, Solute transport in porous media
Literatur	- Environmental Soil Physics, by Daniel Hillel - Soil Physics, Sixth Edition, by William A. Jury and Robert Horton - Physical Hydrology, Second Edition, by S. Lawrence Dingman - Introduction to Physical Hydrology, by Martin R. Hendriks

Lehrveranstaltung L2733: Vadose Zone Hydrology	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Nima Shokri
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1123: Ausgewählte Themen des Umweltingenieurwesens

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Aquatische Umweltchemie (L1444)	Vorlesung	2	3
Schlammbehandlung (L0520)	Vorlesung	2	3
Thermische Biomassenutzung (L1767)	Vorlesung	2	2
Thermische Biomassenutzung (L2386)	Laborpraktikum	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Mathias Ernst
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	
Fertigkeiten	
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	
Selbstständigkeit	
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
Leistungspunkte	6
Zuordnung zu folgenden Curricula	Environmental Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L1444: Environmental Aquatic Chemistry

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Dr. Klaus Johannsen
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Concentration and activity • Gas-water partitioning • Acid/base equilibria • Alkalinity and acidity • Precipitation/dissolution equilibria • Redox equilibria • Complex formation • Sorption
Literatur	Worch, E.: Hydrochemistry. Basic Concepts and Exercises. De Gruyter, Berlin, 2015

Lehrveranstaltung L0520: Sludge Treatment	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Dr. Joachim Behrendt
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Sedimentation characteristic and thickening, Centrifugation, Flotation, Filtration, Aerobic sludge stabilisation, Sludge Digestion, Sludge Disintegration, Sludge Dewatering, Natural Processes for Sludge Treatment, Nutrient Recovery from Sludge, Thermal Processes and Incineration.
Literatur	**Tchobanoglous, George** (Metcalf & Eddy, Inc., ;) Wastewater engineering : treatment and reuse ISBN: 0070418780 (alk. paper) ISBN: 0071122508 (ISE (*pbk)) Boston [u.a.] : McGraw-Hill, 2003 TUB_HH_Katalog **Cleverson Vitorio Andreoli, Marcos von Sperling, Fernando Fernandes** Sludge Treatment and Disposal ISBN 9781843391661 IWA Publishing, 2007

Lehrveranstaltung L1767: Thermische Biomassenutzung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	60 min
Dozenten	Prof. Martin Kaltschmitt
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Ziel dieses Kurses ist es, die physikalischen, chemischen und biologischen als auch die technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Grundlagen aller Optionen der Energieerzeugung aus Biomasse aus deutscher und internationaler Sicht zu diskutieren. Zusätzlich unterschiedlichen Systemansätze zur Nutzung von Biomasse für die Energieerzeugung, Aspekte der Bioenergie im Energiesystem zu integrieren, technische und wirtschaftliche Entwicklungspotenziale und die aktuelle und erwartete zukünftige Verwendung innerhalb des Energiesystems vorgestellt. Der Kurs ist wie folgt aufgebaut: • Biomasse als Energieträger im Energiesystem, die Nutzung von Biomasse in Deutschland und weltweit, Übersicht über den Inhalt des Kurses • Photosynthese , die Zusammensetzung der organischen Stoffe , Pflanzenproduktion , Energiepflanzen , Reststoffen, organischen Abfällen • Biomasse Bereitstellung Ketten für holzige und krautige Biomasse , Ernte und Bereitstellung , Transport, Lagerung, Trocknung - Thermo - chemische Umwandlung von biogenen Festbrennstoffen ◦ Grundlagen der thermo- chemischen Umwandlung ◦ Direkte thermo- chemische Umwandlung durch Verbrennung: Verbrennungstechnologien für kleine und Großanlagen , Strom- Erzeugungstechnologien , Abgasbehandlungstechnologien, Asche und ihre Verwendun ◦ Vergasung: Vergasungstechnologien, Gasreinigungstechnologien, Optionen zur Nutzung des gereinigten Gases für die Bereitstellung von Wärme, Strom und/oder Brennstoffe ◦ Schnelle und langsame Pyrolyse : Technologien für die Bereitstellung von Bio-Öl und / oder für die Bereitstellung von Kohle -, Öl- Reinigungstechnologien , Optionen um die Pyrolyse- Öl und Kohle als Energieträger als auch als Rohstoff verwenden • Physikalisch-chemische Umwandlung von Biomasse , die Öle und / oder Fette : Grundlagen , Ölsaaten und Ölfrüchte, Pflanzenölproduktion , die Produktion von Biokraftstoff mit standardisierten Merkmalen (Umesterung , Hydrierung, Co-Processing in bestehenden Raffinerien) , Optionen der Nutzung dieser Kraftstoffe, Optionen zur Verwendung der Rückstände (d.h. Mehl, Glycerin) ◦ Bio-chemische Umwandlung von Biomasse ◦ Grundlagen der bio-chemische Umwandlung ◦ Biogas: Prozess- Technologien für Anlagen mit landwirtschaftlichen Rohstoffen , Klärschlamm (Klärgas), organische Abfallfraktion (Deponiegas) , Technologien für die Bereitstellung von Biomethan , die Verwendung des aufgeschlossenen Schlamm ◦ Ethanol-Produktion: Prozesstechnologien für Einsatzmaterial, Zucker, Stärke oder Cellulose , die Verwendung von Ethanol als Kraftstoff, Verwendung der Schlempe
Literatur	**Kaltschmitt, M.; Hartmann, H. (Hrsg.): Energie aus Biomasse; Springer, Berlin, Heidelberg, 2009, 2. Auflage**

Lehrveranstaltung L2386: Thermische Biomassenutzung	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Prüfungsart	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	Protokolle
Dozenten	Prof. Martin Kaltschmitt, Dr. Marvin Scherzinger
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Die Versuche des Praktikums verdeutlichen die unterschiedlichen Aspekte der Wärmegewinnung aus biogenen Festbrennstoffen. Dazu werden zunächst unterschiedliche Biomassen (wie z.B. Holz, Stroh oder landwirtschaftliche Reststoffe) untersucht; hierbei liegt der Schwerpunkt auf dem Heiz- und Brennwert der Biomasse. Weiterhin wird die verwendete Biomasse pelletiert, die Pelleteigenschaften analysiert und ein Verbrennungsversuch an einer Pellet-Einzelraumfeuerung durchgeführt. Dabei werden die gasförmigen und festen Schadstoffemissionen, besonders der entstehende Feinstaub, gemessen und in einem weiteren Versuch die Zusammensetzung des Feinstaubes untersucht. Ein weiterer Schwerpunkt des Praktikums liegt auf der Betrachtung von Optionen zur Reduzierung des Feinstaubes aus der Biomasseverbrennung. Im Praktikum wird eine Methode zur Feinstaubreduzierung erarbeitet und getestet. Alle Versuche werden ausgewertet und die Ergebnisse vorgestellt. Innerhalb des Laborpraktikums diskutieren die Studierenden verschiedene technischwissenschaftliche Aufgabenstellungen, sowohl fachspezifisch und fachübergreifend. Sie sprechen verschiedene Lösungsansätze der Aufgabenstellung durch und beraten über die theoretische oder praktische Umsetzung.
Literatur	- Kaltschmitt, Martin; Hartmann, Hans; Hofbauer, Hermann: Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren. 3. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer Science & Business Media, 2016. -ISBN 978-3-662-47437-2 - Versuchsskript

Modul M0871: Hydrologische Systeme

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Angewandte Oberflächenhydrologie (L0289)	Vorlesung	2	2
Angewandte Oberflächenhydrologie (L1412)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	2
Interaktion Umwelt / Wasser in Flußgebieten (L0295)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Peter Fröhle
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen des Wasserbau und der Hydromechanik; Wasserbau I u. Wasserbau II
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden können die grundlegenden Begriffe der Hydrologie und der Wasserwirtschaft detailliert definieren. Sie sind in der Lage die relevanten Prozesse des Wasserkreislaufes zu beschreiben und zu quantifizieren. Daneben kennen die Studierenden die wesentlichen Aspekte der Niederschlags-Abfluss-Modellierung und können beispielsweise die gängigen Speichermodelle und eine Einheitsganglinie auf theoretischem Wege ableiten.
Fertigkeiten	Die Studierenden sind in der Lage die in der Hydrologie gängigen Ansätze und Methoden anzuwenden und können als Grundlage für Niederschlags-Abflussmodelle exemplarisch die gängigen Speichermodelle oder eine Einheitsganglinie auf theoretischem Wege ableiten. Die Studierenden sind fähig, Grundkonzepte von Messungen hydrologischer und hydrodynamischer Größen in der Natur zu erläutern und entsprechende Messungen durchführen, statistisch auszuwerten und zu bewerten. Sie können ein hydrologisches Modell auf einfache Fragestellungen anwenden.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden lernen die Fachkenntnisse in anwendungsorientierten Fragestellung der Hydrologie und der Wasserwirtschaft einzusetzen und im Team mit anderen Fachrichtungen zusammen zu arbeiten.
Selbstständigkeit	Die Studierenden können selbstständig ihr Wissen erweitern und auf neue Fragestellungen anwenden.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	Die Prüfungsdauer beträgt 90 min. Es werden sowohl Aufgaben zum allgemeinen Verständis der vermittelten Inhalte gestellt als auch Berechnungsaufgaben, die
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Kernqualifikation: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0289: Angewandte Oberflächenhydrologie	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Peter Fröhle
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Grundlagen der Hydrologie und der Gewässerkunde: • Hydrologischer Kreislauf, • Datenerhebung in der Gewässerkunde, • Datenanalyse und primär-statistische Aufbereitung, • Extremwertstatistik, • Regionalisierungsverfahren bei der Bestimmung hydrologischer Kenngrößen, • Niederschlag-Abfluss-Modellierung auf Basis des UH-Ansatzes • Anwendung von N-A Modellen am Beispiel von Kalypso-Hydrologie
Literatur	http://de.wikipedia.org/wiki/Kalypso_(Software) http://kalypso.bjoernsen.de/ http://sourceforge.net/projects/kalypso/

Lehrveranstaltung L1412: Angewandte Oberflächenhydrologie	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Peter Fröhle
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0295: Interaktion Umwelt / Wasser in Flußgebieten	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Peter Fröhle
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Es handelt sich hier um eine Veranstaltung, bei der wir die Lehrmethodik des "Problem-Based Learnings" umsetzen. Ein Problem steht im Vordergrund und wird von den Lernenden weitgehend selbständig gelöst. Die Studenten können in der Veranstaltung zwischen verschiedenen Themen wählen, die im Laufe des Semesters vorgestellt und dann ausgearbeitet werden.
Literatur	-

Fachmodule der Vertiefung Energy and Resources

Modul M1724: Smart Monitoring

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Smart Monitoring (L2762)	Integrierte Vorlesung	2	2
Smart Monitoring (L2763)	Gruppenübung	2	4

Modulverantwortlicher	Prof. Kay Smarsly
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge or interest in object-oriented modeling, programming, and sensor technologies are helpful. Interest in modern research and teaching areas, such as Internet of Things, Industry 4.0 and cyber-physical systems, as well as the will to deepen skills of scientific working, are required. Basic knowledge in scientific writing and good English skills.
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	The students will become familiar with the principles and practices of smart monitoring. The students will be able to design decentralized smart systems to be applied for continuous (remote) monitoring of systems in the built and in the natural environment. In addition, the students will learn to design and to implement intelligent sensor systems using state-of-the-art data analysis techniques, modern software design concepts, and embedded computing methodologies. Besides lectures, project work is also part of this module, which will be conducted throughout the semester and will contribute to the grade. In small groups, the students will design smart monitoring systems that integrate a number of “intelligent” sensors to be implemented by the students. Specific focus will be put on the application of machine learning techniques. The smart monitoring systems will be mounted on real-world (built or natural) systems, such as bridges or slopes, or on scaled lab structures for validation purposes. The outcome of every group will be documented in a paper. All students of this module will “automatically” participate with their smart monitoring system in the annual "Smart Monitoring" competition. The written papers and oral examinations form the final grades. The module will be taught in English. Limited enrollment.
Fertigkeiten	
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	
Selbstständigkeit	
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	10 Seiten Ausarbeitung mit 15-minütigem Abgabegespräch
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L2762: Smart Monitoring	
Typ	Integrierte Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Kay Smarsly
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	In this course, principles of smart monitoring will be taught, focusing on modern concepts of data acquisition, data storage, and data analysis. Also, fundamentals of intelligent sensors and embedded computing will be illuminated. Autonomous software and decentralized data processing are further crucial parts of the course, including concepts of the Internet of Things, Industry 4.0 and cyber-physical systems. Furthermore, measuring principles, data acquisition systems, data management and data analysis algorithms will be discussed. Besides the theoretical background, numerous practical examples will be shown to demonstrate how smart monitoring may advantageously be used for assessing the condition of systems in the built or natural environment.
Literatur	

Lehrveranstaltung L2763: Smart Monitoring	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Kay Smarsly
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	The contents of the exercises are based on the lecture contents. In addition to the exercises, project work will be conducted throughout the semester, which will consume the majority of the workload. As part of the project work, students will design smart monitoring systems that will be tested in the laboratory or in the field. As mentioned in the module description, the students will participate in the “Smart Monitoring” competition, hosted annually by the Institute of Digital and Autonomous Construction. Students are encouraged to contribute their own ideas. The tools required to implement the smart monitoring systems will be taught in the group exercises as well as through external sources, such as video tutorials and literature.
Literatur	

Modul M0518: Waste and Energy

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Abfallverwertungstechnologien (L0047)	Vorlesung	2	2
Abfallverwertungstechnologien (L0048)	Gruppenübung	1	2
Energie aus Abfall (L0049)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Kerstin Kuchta
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basics of process engineering
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Students are able to describe and explain in detail techniques, processes and concepts for treatment and energy recovery from wastes.
Fertigkeiten	The students are able to select suitable processes for the treatment and energy recovery of wastes. They can evaluate the efforts and costs for processes and select economically feasible treatment Concepts. Students are able to evaluate alternatives even with incomplete information. Students are able to prepare systematic documentation of work results in form of reports, presentations and are able to defend their findings in a group.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Students can participate in subject-specific and interdisciplinary discussions, develop cooperated solutions and defend their own work results in front of others and promote the scientific development of collegues. Furthermore, they can give and accept professional constructive criticism.
Selbstständigkeit	Students can independently tap knowledge of the subject area and transform it to new questions. They are capable, in consultation with supervisors, to assess their learning level and define further steps on this basis. Furthermore, they can define targets for new application-or research-oriented duties in accordance with the potential social, economic and cultural impact.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	**Verpflichtend** **Bonus** **Art der Studienleistung** **Beschreibung** Ja 20 % Schriftliche Ausarbeitung
Prüfung	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	Vortrag mithilfe von Powerpoint-Folien (10-15 Minuten)
Zuordnung zu folgenden Curricula	Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0047: Waste Recycling Technologies	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Kerstin Kuchta
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Fundamentals on primary and secondary production of raw materials (steel, aluminum, phosphorous, copper, precious metals, rare metals) • Use and demand of metals and minerals in industry and society • collection systems and concepts • quota and efficiency • Advanced sorting technologies • mechanical pretreatment • advanced treatment • Chemical analysis of Critical Materials in post-consumer products • Analytical tools in Resource Management (Material Flow Analysis, Recycling Performance Indicators, Criticality Assessment, statistical analysis of uncertainties)
Literatur	

Lehrveranstaltung L0048: Waste Recycling Technologies	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Kerstin Kuchta
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	• Fundamentals on primary and secondary production of raw materials (steel, aluminum, phosphorous, copper, precious metals, rare metals) • Use and demand of metals and minerals in industry and society • collection systems and concepts • quota and efficiency • Advanced sorting technologies • mechanical pretreatment • advanced treatment • Chemical analysis of Critical Materials in post-consumer products • Analytical tools in Resource Management (Material Flow Analysis, Recycling Performance Indicators, Criticality Assessment, statistical analysis of uncertainties)
Literatur	

Lehrveranstaltung L0049: Waste to Energy	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Rüdiger Siechau
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe

Inhalt	• Project-based lecture
	• Introduction into the " Waste to Energy " consisting of:
	  ◦ Thermal Process (incinerator , RDF combustion)
	  ◦ Biological processes (Wet-/Dryfermentation)
	  ◦ technology , energy , emissions, approval , etc.
	• Group work
	  ◦ design of systems/plants for energy recovery from waste
	  ◦ The following points are to be processed :
	  ▪ Input: waste (fraction collection and transportation, current quantity , material flows , possible amount of development)
	  ▪ Plant (design, process diagram , technology, energy production)
	  ▪ Output (energy quantity / type , by-products)
	  ▪ Costs and revenues
	  ▪ Climate and resource protection (CO2 balance , substitution of primary raw materials / fossil fuels)
	  ▪ Location and approval (infrastructure , expiration authorization procedure)
	  ▪ Focus at the whole concept (advantages, disadvantages , risks and opportunities , discussion)
	• Grading: No Exam , but presentation of the results of the working group

Literatur	**Literatur:** Einführung in die Abfallwirtschaft; Martin Kranert, Klaus Cord-Landwehr (Hrsg.); Vieweg + Teubner Verlag; 2010 Powerpoint-Folien in Stud IP **Literature:** Introduction to Waste Management; Kranert Martin , Klaus Cord - Landwehr (Ed.), Vieweg + Teubner Verlag , 2010 PowerPoint slides in Stud IP

Modul M1709: Angewandte Optimierung in der Energie- und Verfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Angewandte Optimierung in der Energie- und Verfahrenstechnik (L2693)	Integrierte Vorlesung	2	3
Angewandte Optimierung in der Energie- und Verfahrenstechnik (L2695)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Mirko Skiborowski
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen im Bereich der mathematischen Modellierung und numersichen Mathematik, sowie ein grundlegendes Verständniss verfahrenstechnsicher Prozesse. Insbesondere die Inhalte des Moduls Prozess- und Anlagentechnik II
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Das Modul bietet einen generellen Einstieg in die Grundlagen und Möglichkeiten der angewandten mathematischen Optimierung und behandelt dabei Anwendungsgebiete auf unterschiedlichen Skalen von der Identifikation kinetischer Modelle, über die optimale Auslegung von Grundoperationen bis hin zur Optimierung ganzer (Teil-)prozesse und der Produktionsplanung. Dabei werden neben den Grundlagen der Klassifikation und Formulierung von Optimierungsproblemen, unterschiedliche Lösungsansätze und deren Anwendung diskutiert, wobei neben deterministischen gradientenbasierten Verfahren ebenfalls Metaheuristiken wie evolutionäre und genetische Algorithmen besprochen werden. •Einführung in die angewandte Optimierung • Formulierung von Optimierungsproblemen • Lineare Optimierung • Nichtlineare Optimierung • Gemischt-ganzzahlige (nicht)lineare Optimierung • Mehrkriterielle Optimierung • Globale Optimierung
Fertigkeiten	Studierende können nach erfolgreicher Teilnahme am Modul "Angeandte Optimierung in der Energie- und Verfahrenstechnik" die unterschiedlichen Arten von Optimierungsproblemen formulieren und in dafür geeigneiter Software wie Matlab und GAMS entsprechende Lösungsverfahren auszuwählen und weiterführende Lösungsstrategien zu entwickeln. Daüber hinaus sind sie in der Lage die Ergebnisse entsprechend zu interpretieren und kritisch zu prüfen.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Studierende sind in der Lage: •in heterogenen Kleingruppen gemeinsam Lösungswege zu erarbeiten
Selbstständigkeit	Studierende sind in der Lage: •sich anhand weiterführender Literatur zum Thema daraus Wissen zu erschließen
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	35 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Energietechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L2693: Angewandte Optimierung in der Energie- und Verfahrenstechnik	
Typ	Integrierte Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Mirko Skiborowski
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Die Vorlesung bietet einen generellen Einstieg in die Grundlagen und Möglichkeiten der angewandten mathematischen Optimierung und behandelt dabei Anwendungsgebiete auf unterschiedlichen Skalen von der Identifikation kinetischer Modelle, über die optimale Auslegung von Grundoperationen bis hin zur Optimierung ganzer (Teil-)prozesse und der Produktionsplanung. Dabei werden neben den Grundlagen der Klassifikation und Formulierung von Optimierungsproblemen, unterschiedliche Lösungsansätze und deren Anwendung diskutiert, wobei neben deterministischen gradientenbasierten Verfahren ebenfalls Metaheuristiken wie evolutionäre und genetische Algorithmen besprochen werden. - Einführung in die angewandte Optimierung - Formulierung von Optimierungsproblemen - Lineare Optimierung - Nichtlineare Optimierung - Gemischt-ganzzahlige (nicht)lineare Optimierung - Mehrkriterielle Optimierung - Globale Optimierung
Literatur	Weicker, K., Evolutionäre Algortihmen, Springer, 2015 Edgar, T. F., Himmelblau D. M., Lasdon, L. S., Optimization of Chemical Processes, McGraw Hill, 2001 Biegler, L. Nonlinear Programming - Concepts, Algorithms, and Applications to Chemical Processes, 2010 Kallrath, J. Gemischt-ganzzahlige Optimierung: Modellierung in der Praxis, Vieweg, 2002

Lehrveranstaltung L2695: Angewandte Optimierung in der Energie- und Verfahrenstechnik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Mirko Skiborowski
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1899: Studienarbeit Energie und Ressourcen

Lehrveranstaltungen			
Titel	**Typ**	**SWS**	**LP**

Modulverantwortlicher	Dozenten des Studiengangs
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden können ihre Detailkenntnisse auf einem Gebiet des Energie- und Ressourcenmanagements demonstrieren. Die Studierenden sind qualifiziert energietechnische und insbesondere ressourcentechnologische Vorhaben zu projektieren und dabei selbstständig Forschungsaufgaben zur theoretischen und experimentellen Untersuchung von stofflichen und energetischen Fragestellungen zu definieren. Sie können zum Stand von Entwicklung und Anwendung Beispiele geben und diese kritisch unter Berücksichtigung aktueller Probleme und Rahmenbedingungen in Wissenschaft und Gesellschaft diskutieren. Die Studierenden sind in der Lage, für eine grundlagenorientierte, anwendungsorientierte oder praktische Fragestellung aus dem Bereich der Ressourcen- und Energietechnik eigenständig eine Lösungsstrategie zu definieren und einzelne Lösungsansätze zu skizzieren. Dabei können sie theorieorientiert vorgehen und aktuelle sicherheitstechnische, ökologische, ethische und wirtschaftliche Gesichtspunkte nach dem Stand der Wissenschaft und zugehöriger gesellschaftlicher Diskussionen einbeziehen. Wissenschaftliche Arbeitstechniken, die sie zur eigenen Projektbearbeitung gewählt haben, können sie detailliert darlegen und kritisch erörtern.
Fertigkeiten	Die Studierenden sind in der Lage, zur Projektbearbeitung selbständig Methodenansätze auszuwählen und diese Auswahl inhaltlich zu begründen. Sie können darlegen, wie sie Ansätze oder Methoden lösungsorientiert auf das spezifische Anwendungsfeld beziehen und hierfür an den Anwendungskontext anpassen. Über das Projekt hinausweisende Eckpunkte sowie Weiterentwicklungen können sie in Grundzügen skizzieren.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden können die Relevanz und den Zuschnitt ihrer Projektaufgabe, die Arbeitsschritte und Teilprobleme für die Diskussion und Erörterung in größeren Gruppen aufbereiten, die Diskussionen anleiten und Kolleginnen und Kollegen Rückmeldung zu ihren Projekten geben.
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind fähig, die zur Bearbeitung der Projektarbeit notwendigen Arbeitsschritte und Abläufe selbständig unter Berücksichtigung vorgegebener Fristen zu planen und zu dokumentieren. Hierzu gehört, dass sie sich aktuelle wissenschaftliche Informationen zielorientiert beschaffen können. Ferner sind sie in der Lage, bei Fachexperten Rückmeldungen zum Arbeitsfortschritt einzuholen, um hochwertige, auf den Stand von Wissenschaft und Technik bezogene Arbeitsergebnisse zu erzielen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 360, Präsenzstudium 0
Leistungspunkte	12
Studienleistung	Keine
Prüfung	Studienarbeit
Prüfungsdauer und -umfang	abhängig von Aufgabenstellung
Zuordnung zu folgenden Curricula	Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Pflicht

Modul M1354: Advanced Fuels

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Biokraftstoffe der 2. Generation und Strombasierte Kraftstoffe (L2414)	Vorlesung	2	2
Kohlenstoffdioxid als ökonomische Determinante im Mobilitätssektor (L1926)	Vorlesung	1	1
Mobilität und Klimaschutz (L2416)	Gruppenübung	2	2
Nachhaltigkeitsaspekte und regulatorischer Rahmen (L2415)	Vorlesung	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Martin Kaltschmitt
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Bachelorabschluss in Verfahrenstechnik, Bioverfahrenstechnik oder Energie- und Umwelttechnik
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden lernen innerhalb des Moduls verschiedene Bereitstellungspfade zur Herstellung von Advanced Fuels (Biokraftstoffe wie z. B. Alcohol-to-Jet; Strom-basierte Kraftstoffe wie z. B. Power-to-Liquid) kennen. Dazu werden die verschiedenen Verfahrensketten erläutert und die regulatorischen Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Kraftstoffproduktion beleuchtet. Hierzu gehören beispielsweise die Anforderungen der Erneuerbare-Energien-Richtlinie II sowie die Voraussetzungen und Aspekte für einen Markthochlauf dieser Kraftstoffe. Für die ganzheitliche Bewertung der verschiedenen Kraftstoffoptionen werden diese abschließend unter ökologischen und ökonomischen Faktoren betrachtet.
Fertigkeiten	Die Studierenden sind nach erfolgreicher Teilnahme des Moduls in der Lage zur Lösung von Simulations- und Anwendungsaufgaben der erneuerbaren Energietechnik: • Modulübergreifende Lösungsansätze zur Auslegung und Darstellung von Kraftstoffproduktionsprozessen bzw. den entsprechenden Bereitstellungsketten • Umfangreiche Analyse verschiedener Kraftstoffbereitstellungsoptionen in technischer, ökologischer und ökonomischer Sicht Durch aktive Diskussionen der verschiedenen Themenschwerpunkte innerhalb der Vorlesungen und Übungen des Moduls verbessern die Studierenden das Verständnis und die Anwendung der theoretischen Grundlagen und sind so in der Lage das Gelernte auf die Praxis zu übertragen.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden können wissenschaftliche Aufgabenstellungen fachspezifisch und fachübergreifend diskutieren und gemeinsame Lösungen entwickeln.
Selbstständigkeit	Die Studierenden können sich selbstständig Quellen über die zu bearbeitende Fragestellung erschließen und sich das darin enthaltene Wissen aneignen. Sie sind fähig in Rücksprache mit Lehrenden ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Fragestellungen und die für die Lösung notwendigen Arbeitsschritte definieren.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Leistungspunkte	6
Studienleistung	**Verpflichtend** Ja; **Bonus** 20 %; **Art der Studienleistung** Schriftliche Ausarbeitung; **Beschreibung** Details werden in der ersten Veranstaltung bekannt gegeben.
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Energie- und Bioprozesstechnik: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Energietechnik: Vertiefung Energiesysteme: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Produktion und Logistik: Wahlpflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Vertiefung Infrastruktur und Mobilität: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L2414: Biokraftstoffe der 2. Generation und Strombasierte Kraftstoffe	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Martin Kaltschmitt
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Allgemeine Übersicht über verschiedene strombasierte Kraftstoffe und deren Prozesspfade, u.a. Power-to-Liquid Prozess (Fischer-Tropsch-Synthese, Methanol Synthese), Power-to-Gas (Sabatier-Prozess) • Herkunft, Herstellung und Verwendung der Kraftstoffe
Literatur	• Vorlesungsskript

Lehrveranstaltung L1926: Kohlenstoffdioxid als ökonomische Determinante im Mobilitätssektor	
Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Karsten Wilbrand
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Allgemeine Übersicht über verschiedene Advanced Biofuels und deren Prozesspfade (u.a. Gas-to-Liquid, HEFA und Alcohol-to-Jet Prozesse) • Herkunft, Herstellung und Verwendung der Kraftstoffe
Literatur	• Babu, V.: Biofuels Production. Beverly, Mass: Scrivener [u.a.], 2013 • Olsson, L.: Biofuels. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007 • William, L. L.: Distillation Design and Control Using Aspen Simulation; ISBN-10: 0-471-77888-5 • Perry, R.; Green, R.: Perry's Chemical Engineers' Handbook, 8th Edition, McGraw Hill Professional, 20 • Sinnot, R. K.: Chemical Engineering Design, Elsevier, 2014 • Kaltschmitt, M.; Neuling, U. (Ed.): Biokerosene - Status and Prospects; Springer, Berlin, Heidelberg, 2018

Lehrveranstaltung L2416: Mobilität und Klimaschutz	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Benedikt Buchspies, Dr. Karsten Wilbrand
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Anwendung der erlernten theoretischen Kenntnisse aus den jeweiligen Vorlesungen anhand konkreter Aufgaben aus der Praxis • Auslegung und Simulation von Teilprozessen der Produktionsprozesse in Aspen Plus ® • Ökologische und ökonomische Analyse von Kraftstoffbereitstellungspfaden • Einordnung von Fallbeispielen in geltende Regularien
Literatur	• Skriptum zur Vorlesung • Aspen Plus® - Aspen Plus User Guide

Lehrveranstaltung L2415: Nachhaltigkeitsaspekte und regulatorischer Rahmen	
Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Benedikt Buchspies
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Gesamtheitliche Betrachtung der unterschiedlichen Kraftstoffpfade mit u. a folgenden Themenschwerpunkten: • Betrachtung der ökologischen Auswirkungen der verschiedenen Kraftstoffe • Ökonomische Betrachtung der verschiedenen alternativen Kraftstoffe • Regulatorischer Rahmen alternativer Kraftstoffe • Zertifizierung von alternativen Kraftstoffen • Markteinführungsmodelle alternativer Kraftstoffe
Literatur	• European Commission - Joint Research Center (2010): International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook - General guide for Life Cycle Assessment - Detailed guidance. Joint Research Center (JRC) Institut for Environment and Sustainability, Luxembourg • Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen

Modul M1125: Bioresources and Biorefineries

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Bioraffinerietechnologie (L0895)	Vorlesung	2	2
Bioraffinerietechnologie (L0974)	Gruppenübung	1	1
Bioressourcenmanagement (L0892)	Vorlesung	2	2
Bioressourcenmanagement (L0893)	Gruppenübung	1	1

Modulverantwortlicher	Dr. Ina Körner
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basics on engineering; Basics of waste and energy management
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Students can give on overview on principles and theories in the field's bioresource management and biorefinery technology and can explain specialized terms and technologies.
Fertigkeiten	Students are capable of applying knowledge and know-how in the field's bioresource management and biorefinery technology in order to perform technical and regional-planning tasks. They are also able to discuss the links to waste management, energy management and biotechnology.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Students can work goal-oriented with others and communicate and document their interests and knowledge in acceptable way.
Selbstständigkeit	Students are able to solve independently, with the aid of pointers, practice-related tasks bearing in mind possible societal consequences.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0895: Biorefinery Technology	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Ina Körner
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	The Europe 2020 strategy calls for bioeconomy as the key for smart and green growth of today. Biorefineries are the fundamental part on the way to convert the use of fossil-based society to bio-based society. For this reason, agriculture and forestry sectors are increasingly deliver bioresources. It is not only for their traditional applications in the food and feed sectors such as pulp or paper and construction material productions, but also to produce bioenergy and bio-based products such as bio-plastics. However although bioresources are renewable, they are considered as limited resources as well. The bioeconomy's limitation factor is the availability land on our world. In the context of the development of the bioeconomy, the sustainable and reliable supply of noon-food biomass feedstock is a critical success factor for the long-term perspective of bioenergy and other bio-based products production. Biorefineries are complex of technologies and process cascades using the available primary, secondary and tertiary bioresources to produce a multitude of products - a product mix from material and energy products. The lecture gives an overview on biorefinery technology and shall contribute to promotion of international biorefinery developments. Lectures: • What is a biorefinery: Overview on basic organic substrates and processes which lead to material and energy products • The way from a fossil based to a biobased economy in the 21st century • The worlds most advanced biorefinery • Presentation of various biorefinery systems and their products (e.g. lignocellulose biorefinery, green biorefinery, whole plant biorefinery, civilization biorefinery) • Example projects (e.g. combination of anaerobic digestion and composting in practice; demonstration project in Hamburgs city quarter Jenfelder Au) The lectures will be accompanied by technical tours. Optional it is also possible to visit more biorefinery lectures in the University of Hamburg (lectures in German only). In the exercise students have the possibility to work in groups on a biorefinery project or to work on a student-specific task.
Literatur	Biorefineries - Industrial Process and Products - Status Qua and Future directions by Kamm, Gruber and Kamm (2010); Wiley VCH, available on-line in TUHH-library Powerpoint-Präsentations / selected Publications / further recommendations depending on the actual developments Industrial Biorefineries and White Biorefinery, by Pandey, Höfer, Larroche, Taherzadeh, Nampoothiri (Eds.); (2014 book development in progress)

Lehrveranstaltung L0974: Biorefinery Technologie	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Ina Körner
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	1.) Selection of a topic within the thematic area "Biorefinery Technologie" from a given list or self-selected. 2.) Self-dependent recherches to the topic. 3.) Preparation of a written elaboration. 4.) Presentation of the results in the group.
Literatur	Vom Thema abhängig. Eigene Recherchen nötig. Depending on the topic. Own recheches necassary.

Lehrveranstaltung L0892: Bioresource Management	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Ina Körner
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	In the context of limited fossil resources, climate change mitigation and increasing population growth, Bioresources has a special role. They have to feed the population and in the same time they are important for material production such as pulp and paper or construction materials. Moreover they become more and more important in chemical industry and in energy provision as fossil substitution. Although Bioresources are renewable, they are also considered as limited resources. The availability of land on our planet is the main limitation factor. The sustainable and reliable supply of non-food biomass feedstock is a critical for successful and long term perspective on production of bioenergy and other bio-based products. As the consequence, the increasing competition and shortages continue to happen at the traditional sectors. On the other side, huge unused but potentials residue on waste and wastewater sector exist. Nowadays, a lot of activities to develop better processes, to create new bio-based products in order to become more efficient, the inclusion of secondary and tertiary bio-resources in the valorisation chain are going on. The lecture deals with the current state-of-the-art of bioresource management. It shows deficits and potentials for improvement especially in the sector of utilization of organic residues for material and energy generation: *Lectures on:* • Bioresource generation and utilization including lost potentials today • Basic biological, mechanical, physico-chemical and logistical processes • The conflict of material vs. energy generation from wood / waste wood • The basics of pulp & paper production including waste paper recycling • The Pros and Cons from biogas and compost production *Special lectures by invited guests from research and practice:* • Pathways of waste organics on the example of Hamburg`s City Cleaning Company • Utilization options of landscaping materials on the example of grass • Increase of process efficiency of anaerobic digestions • Decision support tools on the example of an municipality in Indonesia *Optional: Technical visits*
Literatur	Power-Point presentations in STUD-IP

Lehrveranstaltung L0893: Bioresource Management	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Ina Körner
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M2004: Sustainable Circular Economy

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Circular Economy (L3264)	Seminar	2	3
Umweltschutz und Nachhaltigkeit (L0319)	Vorlesung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Kerstin Kuchta
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	none
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Students are able to describe single techniques and to give an overview for the field of safety and risk assessment, Circular Economy as well as environmental and sustainable engineering, in detail: • basics in safety and reliability of technical facilities • risk assessment and reliability analysis methods • Circularity of material • Identification and evaluation of material flows • energy production and supply • sustainable product design
Fertigkeiten	Students are able apply interdisciplinary system-oriented methods for Circularity and risk assessment as well as sustainability reporting. They can evaluate the effort and costs for processes and select economically feasible treatment concepts.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	
Selbstständigkeit	Students can gain knowledge of the subject area from given sources and transform it to new questions. Furthermore, they can define targets for new application or research-oriented duties in for risk management and sustainability concepts accordance with the potential social, economic and cultural impact.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	Ausarbeitung und Präsentation (45 Minuten in Gruppen)
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Management und Controlling: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L3264: Circular Economy

Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Marco Ritzkowski
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L0319: Environment and Sustainability	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Kerstin Kuchta
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	This course presents actual methodologies and examples of environmental relevant, sustainable technologies, concepts and strategies in the field of energy supply, product design, water supply, waste water treatment or mobility. The following list shows examples: • Production and use of biochar • Energy production with algae • Environmentally friendly product design • Clean development mechanisms • Democracy and energy • Alternative mobility
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

Modul M2006: Waste Treatment and Recycling

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Planung von Abfallbehandlungsanlagen (L3267)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Recyclingtechnologien und Thermische Abfallbehandlung (L3265)	Vorlesung	2	2
Recyclingtechnologien und Thermische Abfallbehandlung (L3266)	Gruppenübung	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Kerstin Kuchta
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	• Basics of thermo dynamics • Basics of fluid dynamics • fluid dynamics chemistry
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	The students can name, describe current issue and problems in the field of waste treatment (mechanical, chemical and thermal) and contemplate them in the context of their field. The industrial application of unit operations as part of process engineering is explained by actual examples of waste technologies . Compostion, particle sizes, transportation and dosing of wastes are described as important unit operations . Students will be able to design and design waste treatment technology equipment.
Fertigkeiten	The students are able to select suitable processes for the treatment of wastes or raw material with respect to their characteristics and the process aims. They can evaluate the efforts and costs for processes and select economically feasible treatment concepts.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Students can • respectfully work together as a team and discuss technical tasks • participate in subject-specific and interdisciplinary discussions, • develop cooperated solutions • promote the scientific development and accept professional constructive criticism.
Selbstständigkeit	Students can independently tap knowledge of the subject area and transform it to new questions. They are capable, in consultation with supervisors, to assess their learning level and define further steps on this basis. Furthermore, they can define targets for new application-or research-oriented duties in accordance with the potential social, economic and cultural impact.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Regenerative Energien: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L3267: Planning of waste treatment plants	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Rüdiger Siechau
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	The focus is on getting to know the organization and practice of waste management companies. Topics such as planning, financing and logistics will be discussed and there will be an excursion (waste incineration plant, vehicle fleet and collection systems / containers). Project based learning: You will be given a task to work on independently in groups of 4 to 6 students. All tools and data needed for the project work will be discussed in the lecture "Recycling Technologies and Thermal Waste Treatment". Course documents can be downloaded from StudIP. Communication during the project work also takes place via StudIP.
Literatur	• Einführung in die Abfallwirtschaft; Martin Kranert, Klaus Cord-Landwehr (Hrsg.); Vieweg + Teubner Verlag; 2010 • PowerPoint Präsentationen in Stud IP

Lehrveranstaltung L3265: Recycling technologies and thermal waste treatment	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Kerstin Kuchta
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Introduction, actual state-of-the-art of waste incineration, aims. legal background, reaction principals • basics of incineration processes: waste composition, calorific value, calculation of air demand and flue gas composition • Incineration techniques: grate firing, ash transfer, boiler • Flue gas cleaning: Volume, composition, legal frame work and emission limits, dry treatment, scrubber, de-nox techniques, dioxin elimination, Mercury elimination • Ash treatment: Mass, quality, treatment concepts, recycling, disposal
Literatur	Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Thermische Abfallbehandlung Bande 1-7. EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik, Berlin, 196 - 2013.

Lehrveranstaltung L3266: Recycling technologies and thermal waste treatment	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Kerstin Kuchta
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Fachmodule der Vertiefung Environment and Climate

Modul M1724: Smart Monitoring

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Smart Monitoring (L2762)	Integrierte Vorlesung	2	2
Smart Monitoring (L2763)	Gruppenübung	2	4

Modulverantwortlicher	Prof. Kay Smarsly
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge or interest in object-oriented modeling, programming, and sensor technologies are helpful. Interest in modern research and teaching areas, such as Internet of Things, Industry 4.0 and cyber-physical systems, as well as the will to deepen skills of scientific working, are required. Basic knowledge in scientific writing and good English skills.
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	The students will become familiar with the principles and practices of smart monitoring. The students will be able to design decentralized smart systems to be applied for continuous (remote) monitoring of systems in the built and in the natural environment. In addition, the students will learn to design and to implement intelligent sensor systems using state-of-the-art data analysis techniques, modern software design concepts, and embedded computing methodologies. Besides lectures, project work is also part of this module, which will be conducted throughout the semester and will contribute to the grade. In small groups, the students will design smart monitoring systems that integrate a number of “intelligent” sensors to be implemented by the students. Specific focus will be put on the application of machine learning techniques. The smart monitoring systems will be mounted on real-world (built or natural) systems, such as bridges or slopes, or on scaled lab structures for validation purposes. The outcome of every group will be documented in a paper. All students of this module will “automatically” participate with their smart monitoring system in the annual "Smart Monitoring" competition. The written papers and oral examinations form the final grades. The module will be taught in English. Limited enrollment.
Fertigkeiten	
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	
Selbstständigkeit	
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	10 Seiten Ausarbeitung mit 15-minütigem Abgabegespräch
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L2762: Smart Monitoring	
Typ	Integrierte Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Kay Smarsly
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	In this course, principles of smart monitoring will be taught, focusing on modern concepts of data acquisition, data storage, and data analysis. Also, fundamentals of intelligent sensors and embedded computing will be illuminated. Autonomous software and decentralized data processing are further crucial parts of the course, including concepts of the Internet of Things, Industry 4.0 and cyber-physical systems. Furthermore, measuring principles, data acquisition systems, data management and data analysis algorithms will be discussed. Besides the theoretical background, numerous practical examples will be shown to demonstrate how smart monitoring may advantageously be used for assessing the condition of systems in the built or natural environment.
Literatur	

Lehrveranstaltung L2763: Smart Monitoring	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Kay Smarsly
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	The contents of the exercises are based on the lecture contents. In addition to the exercises, project work will be conducted throughout the semester, which will consume the majority of the workload. As part of the project work, students will design smart monitoring systems that will be tested in the laboratory or in the field. As mentioned in the module description, the students will participate in the “Smart Monitoring” competition, hosted annually by the Institute of Digital and Autonomous Construction. Students are encouraged to contribute their own ideas. The tools required to implement the smart monitoring systems will be taught in the group exercises as well as through external sources, such as video tutorials and literature.
Literatur	

Modul M0858: Coastal Hydraulic Engineering I

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Grundlagen des Küstenwasserbaus (L0807)	Vorlesung	3	4
Grundlagen des Küstenwasserbaus (L1413)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Peter Fröhle
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basics of hydraulic engineering, hydrology and hydromechanics
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	The students are able to define and explain the basic concepts of coastal engineering and port engineering. They are able to apply the concepts to selected practical problems of coastal engineering. Students can define and determine the basics for design and dimensioning of coastal engineering constructions.
Fertigkeiten	The students are capable to apply basic design approaches to selected and pre-defined design tasks in coastal engineering.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	The students are able to deploy their gained knowledge in applied problems such as the design of coastal protection structures. Additionaly, they will be able to work in team with engineers of other disciplines, for instance designing of coastal breakwaters.
Selbstständigkeit	The students will be able to independently extend their knowledge and applyit to new problems.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	Die Prüfungsdauer beträgt 2 Stunden. Es werden sowohl Aufgaben zum allgemeinen Verständis der vermittelten Vorlesungsinhalte gestellt als auch Berechnungsaufgaben zur Anwendung der vermittelten Vorlesungsinhalte.
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Pflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Pflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0807: Basics of Coastal Engineering	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Peter Fröhle
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe

Inhalt	• Basics of planning and design
	  ◦ Water levels
	  ◦ Currents
	  ◦ Waves
	  ◦ Ice
	• Planning and Design in Coastal Engineering
	  ◦ Functional and constructional design
	  ◦ Determination of design parameters
	  ◦ Design-approaches
	  ▪ Filter
	  ▪ Rubble mound constructions
	  ▪ Piles
	  ▪ Vertical constructions

Literatur	Coastal Engineering Manual, CEM Vorlesungsumdruck

Lehrveranstaltung L1413: Basics of Coastal Engineering	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Peter Fröhle
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1721: Water and Environment: Theory and Application

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Water and Environment (L2754)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	4
Water and Environment (L2753)	Vorlesung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Nima Shokri
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge in water and environmental research, Hydrology
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Common research tools and techniques together with the fundamental knowledge relevant to multi-scale and multi-phase challenges present in water and environmental research will be discussed in this module. Both theory and application will be considered.
Fertigkeiten	In addition to the fundamental knowledge, the students will be exposed to several analytical, experimental and numerical tools and techniques relevant to water and environmental research at different scales. This will provide the students with an excellent opportunity to improve their skills on multiple fronts which will be useful in their future career.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Developing teamwork and problem solving skills through Research-Based Teaching approaches will be at the core of this module.
Selbstständigkeit	The students will be involved in writing individual reports and presentation. This will contribute to the students' ability and willingness to work independently and responsibly.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	Report und Präsentation
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht

Lehrveranstaltung L2754: Water and Environment

Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Salome Shokri-Kuehni
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L2753: Water and Environment

Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Nima Shokri
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Research based learning: The students will be engaged in active research focused on water and environmental related challenges. The required knowledge and tools will be discussed during the semester.
Literatur	NA

Modul M1900: Studienarbeit Umwelt und Klima

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP

Modulverantwortlicher	Dozenten des Studiengangs
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden können ihre Detailkenntnisse auf einem Gebiet des Umweltingenieurwesens demonstrieren. Die Studierenden sind qualifiziert klima- und umweltschutzorientierte Vorhaben zu projektieren und dabei selbstständig Forschungsaufgaben zur theoretischen und experimentellen Untersuchung von Umweltproblemen Fragestellungen zu definieren. Sie können zum Stand von Entwicklung und Anwendung Beispiele geben und diese kritisch unter Berücksichtigung aktueller Probleme und Rahmenbedingungen in Wissenschaft und Gesellschaft diskutieren. Die Studierenden sind in der Lage, für eine grundlagenorientierte, anwendungsorientierte oder praktische Fragestellung aus dem Bereich desUmweltweltingenieurwesens eigenständig eine Lösungsstrategie zu definieren und einzelne Lösungsansätze zu skizzieren. Dabei können sie theorieorientiert vorgehen und aktuelle sicherheitstechnische, ökologische, ethische und wirtschaftliche Gesichtspunkte nach dem Stand der Wissenschaft und zugehöriger gesellschaftlicher Diskussionen einbeziehen. Wissenschaftliche Arbeitstechniken, die sie zur eigenen Projektbearbeitung gewählt haben, können sie detailliert darlegen und kritisch erörtern.
Fertigkeiten	Die Studierenden sind in der Lage, zur Projektbearbeitung selbständig Methodenansätze auszuwählen und diese Auswahl inhaltlich zu begründen. Sie können darlegen, wie sie Ansätze oder Methoden lösungsorientiert auf das spezifische Anwendungsfeld beziehen und hierfür an den Anwendungskontext anpassen. Über das Projekt hinausweisende Eckpunkte sowie Weiterentwicklungen können sie in Grundzügen skizzieren.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden können die Relevanz und den Zuschnitt ihrer Projektaufgabe, die Arbeitsschritte und Teilprobleme für die Diskussion und Erörterung in größeren Gruppen aufbereiten, die Diskussionen anleiten und Kolleginnen und Kollegen Rückmeldung zu ihren Projekten geben.
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind fähig, die zur Bearbeitung der Projektarbeit notwendigen Arbeitsschritte und Abläufe selbständig unter Berücksichtigung vorgegebener Fristen zu planen und zu dokumentieren. Hierzu gehört, dass sie sich aktuelle wissenschaftliche Informationen zielorientiert beschaffen können. Ferner sind sie in der Lage, bei Fachexperten Rückmeldungen zum Arbeitsfortschritt einzuholen, um hochwertige, auf den Stand von Wissenschaft und Technik bezogene Arbeitsergebnisse zu erzielen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 360, Präsenzstudium 0
Leistungspunkte	12
Studienleistung	Keine
Prüfung	Studienarbeit
Prüfungsdauer und -umfang	abhängig von Aufgabenstellung
Zuordnung zu folgenden Curricula	Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Pflicht

Modul M0949: Rural Development and Resources Oriented Sanitation for different Climate Zones

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Ländliche Entwicklung und Ressourcen Orientierte Sanitärsysteme für verschiedene Klimate (L0942)	Seminar	2	3
Ländliche Entwicklung und Ressourcen Orientierte Sanitärsysteme für verschiedene Klimate (L0941)	Vorlesung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Ralf Otterpohl
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge of the global situation with rising poverty, soil degradation, lack of water resources and sanitation
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Students can describe resources oriented wastewater systems mainly based on source control in detail. They can comment on techniques designed for reuse of water, nutrients and soil conditioners. Students are able to discuss a wide range of proven approaches in Rural Development from and for many regions of the world.
Fertigkeiten	Students are able to design low-tech/low-cost sanitation, rural water supply, rainwater harvesting systems, measures for the rehabilitation of top soil quality combined with food and water security. Students can consult on the basics of soil building through “Holisitc Planned Grazing” as developed by Allan Savory.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	The students are able to develop a specific topic in a team and to work out milestones according to a given plan.
Selbstständigkeit	Students are in a position to work on a subject and to organize their work flow independently. They can also present on this subject.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	Semesterbegleitend werden Meilensteine erarbeitet, vorgetragen und schriftlich festgehalten. Genaueres zum jeweiligen Semesterbeginn.
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0942: Rural Development and Resources Oriented Sanitation for different Climate Zones	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Ralf Otterpohl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Central part of this module is a group work on a subtopic of the lectures. The focus of these projects will be based on an interview with a target audience, practitioners or scientists. • The group work is divided into several Milestones and Assignments. The outcome will be presented in a final presentation at the end of the semester.
Literatur	• J. Lange, R. Otterpohl 2000: Abwasser - Handbuch zu einer zukunftsfähigen Abwasserwirtschaft. Mallbeton Verlag (TUHH Bibliothek) • Winblad, Uno and Simpson-Hébert, Mayling 2004: Ecological Sanitation, EcoSanRes, Sweden (free download) • Schober, Sabine: WTO/TUHH Award winning Terra Preta Toilet Design: http://youtu.be/w_R09cYq6ys

Lehrveranstaltung L0941: Rural Development and Resources Oriented Sanitation for different Climate Zones	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Ralf Otterpohl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Living Soil - THE key element of Rural Development • Participatory Approaches • Rainwater Harvesting • Ecological Sanitation Principles and practical examples • Permaculture Principles of Rural Development • Performance and Resilience of Organic Small Farms • Going Further: The TUHH Toolbox for Rural Development • EMAS Technologies, Low cost drinking water supply
Literatur	• Miracle Water Village, India, Integrated Rainwater Harvesting, Water Efficiency, Reforestation and Sanitation: http://youtu.be/9hmkgn0nBgk • Montgomery, David R. 2007: Dirt: The Erosion of Civilizations, University of California Press

Modul M0859: Coastal Hydraulic Engineering II

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Küsten- und Hochwasserschutz (L0808)	Vorlesung	2	3
Küsten- und Hochwasserschutz (L1415)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	1
Unterhaltung und Verteidigung von Hochwasserschutzanlagen (L1411)	Vorlesung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Peter Fröhle
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Coastal Engineering I
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	The students have the capability to define and explain in detail the important aspects of erosion protection and flood protection and are able to apply the aspects to practical coastal protection problems. They are able to design and dimension important coastal protection measures from the functional and from the constructional point of view.
Fertigkeiten	The students are able to select design approaches for the functional and constructional design of erosion and flood protection measures and apply these approaches to practical design tasks.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	The students are able to deploy their gained knowledge in applied problems such as the functional and constructive design of coastal and flood protection structures. Additionaly, they will be able to work in team with engineers of other disciplines.
Selbstständigkeit	The students will be able to independently extend their knowledge and apply it to new problems.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	Die Prüfungsdauer beträgt 130 min. Es werden sowohl Aufgaben zum allgemeinen Verständis der vermittelten Vorlesungsinhalte gestellt als auch Berechnungsaufgaben zur Anwendung der vermittelten Vorlesungsinhalte.
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Pflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0808: Coastal- and Flood Protection	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Peter Fröhle
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe

Inhalt	Protection of sandy coasts
	• Sediment transport
	• Morphology
	• Technical solution for the protection of sandy coasts
	  ◦ Construction in direction of the coast
	  ◦ Constructions perpendicular to the coast
	  ◦ Other Concepst
	• Calculation approaches and numerical models
	Flood Protection
	• Classification of constructions / measures
	• Dikes
	• Dunes
	• Foreland - constructions
	• Flood-Protection Walls
	• Drainage of the hinterland

Literatur	Vorlesungsumdruck Coastal Engineering Manual CEM

Lehrveranstaltung L1415: Coastal- and Flood Protection	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Peter Fröhle
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1411: Maintenance and Defence of Flood Protection Structures	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Olaf Müller
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Dike protection • Maintennance of flood protection measures
Literatur	Vorlesungsumdruck

Modul M1720: Emerging Trends in Environmental Engineering

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Environmental Research Trends (L2752)	Seminar	2	2
Microplastics in Environment (L2750)	Vorlesung	2	2
Scientific Communication and Methods (L2751)	Vorlesung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Nima Shokri
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge on water, soil and environmental research.
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	The students will be exposed to up-to-date research topics focused on soil, water and climate related challenges with a particular focus on the effects of microplastics in environment. Data analysis, data measurement, curation and presentation will be other skills that the students will develop in this module.
Fertigkeiten	Students' research skills will be improved in this module. How to prepare and deliver an effective presentation, how to write an abstract, research paper and proposal will be discussed in this module. Moreover, through Research-Based Learning approaches, the students will be exposed to current research trends in environmental engineering.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Developing teamwork and problem solving skills through Research-Based Teaching approaches will be at the core of this module.
Selbstständigkeit	The students will be involved in writing individual reports and presentation. This will contribute to the students' ability and willingness to work independently and responsibly.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	Report und Präsentation
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L2752: Environmental Research Trends	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Salome Shokri-Kuehni
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Introduction - course objectives, expectations and format Analyzing the Audience, purpose and occasion Constructing and delivering effective technical presentations How to write an abstract How to write a scientific paper Developing competitive and persuasive research proposals Databases and resources available for water and environmental research Individual proposal on water and environmental research Individual project on water and environmental research Presentation on water and environmental research
Literatur	• The Craft of Scientific Writing Fourth edition Author: Michael Alley Springer-Verlag New York, Copyright 2018, DOI 10.1007/978-1-4419-8288-9 • Supplemental materials and web links which will be available to registered students.

Lehrveranstaltung L2750: Microplastics in Environment	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Nima Shokri
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	- Introduction, objectives, expectations, format, importance - Sources of microplastics in environment - Microplastics sampling; Characterization of microplastics - Distribution of microplastics in terrestrial environments - Fate of microplastics in terrestrial environments - Project discussion - Effects of microplastics on terrestrial environments - Health risks of microplastics in environments - Project presentations by all students
Literatur	- Microplastics in Terrestrial Environments (2021), Edited by Defu He and Yongming Luo - Particulate Plastics in Terrestrial and Aquatic Environments (2020), Edited by Nanthi S. Bolan et al. - Microplastic Pollutants (2017), by Christopher B. Crawford and Brian Quinn

Lehrveranstaltung L2751: Scientific Communication and Methods	
Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Nima Shokri
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Introduction - course objectives, expectations and format Analyzing the Audience, purpose and occasion Constructing and delivering effective technical presentations How to write an abstract How to create a scientific poster How to write a scientific paper Developing competitive and persuasive research proposals Individual project (report and presentation) related to soil, water and environmental research
Literatur	• The Craft of Scientific Writing Fourth edition Author: Michael Alley Springer-Verlag New York, Copyright 2018, DOI 10.1007/978-1-4419-8288-9 • Supplemental materials and web links which will be available to registered students.

Modul M1779: Sustainable Nature-based Coastal Protection in a Changing Climate (SeaPiaC)

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Nachhaltiger naturbasierter Küstenschutz im Klimawandel (SeaPiaC) (L2926)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	4	6

Modulverantwortlicher	Prof. Peter Fröhle
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	• Hydraulic Engineering • Hydromechanics, Hydraulics • Fundamentals of Coastal Engineering, Coastal- and Flood Protection
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	• Climate and Climate Change • General Impacts of Climate Change on Wind Regime and Water Cycle • Consequences of Climate Change for Coastal Processes • Coastal Protection in Taiwan and Germany • Fundamentals of Climate Adaptation • Nature-based Solutions (NBS) for Coastal Protection
Fertigkeiten	• Critical thinking: analysis of processes and relations, assessment of needs for action • Creative thinking: development of adaptation strategies and adaptation measures • Practical thinking: inclusion of restrictions, application of calculation approaches, methods, numerical models, planning methods • Consideration of complex tasks
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	• Working in heterogenous groups • Working in international groups • Working with different scientific / non-scientific disciplines • Self reflection
Selbstständigkeit	• Application oriented use of knowledge and skills • Autonomous work on complex tasks
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	Anfertigung einer schriftliche Ausarbeitung zu einer komplexen Fragestellung mit Referat und anschließender Diskussion. Die Bearbeitung der Fragestellung erfolgt parallel zur Lehrveranstaltung.
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L2926: Sustainable Nature-based Coastal Protection in a Changing Climate (SeaPiaC)	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Peter Fröhle
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Climate and Climate Change • General Impacts of Climate Change on Wind Regime and Water Cycle • Consequences of Climate Change for Coastal Processes • Coastal Protection in Taiwan and Germany • Fundamentals of Climate Adaptation • Nature-Based Solutions (NBS) for Coastal Protection
Literatur	• Materials provided on eLearning Platform (HOOU Platform) • Depending on the main topics of the course in the respective year, the literature (recent papers) will be provided in the course-material or via StudIP.

Modul M1980: Field measurements for environmental studies

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Geländemessungen für Umweltstudien: Anwendung (L3231)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	4
Geländemessungen für Umweltstudien: Theorie (L3230)	Vorlesung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Nima Shokri
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	
Fertigkeiten	
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	
Selbstständigkeit	
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	Report & Präsentation
Zuordnung zu folgenden Curricula	Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L3231: Field measurements for environmental studies: Application

Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Milad Aminzadeh
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L3230: Field measurements for environmental studies: Theory

Typ	Vorlesung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Nima Shokri
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Fachmodule der Vertiefung Water Quality and Water Engineering

Modul M0874: Abwassersysteme

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Biologische Abwasserreinigung (L0517)	Vorlesung	2	2
Biologische Abwasserreinigung (L3122)	Hörsaalübung	1	1
Physikalische und chemische Abwasserbehandlung (L0357)	Vorlesung	2	2
Physikalische und chemische Abwasserbehandlung (L0358)	Hörsaalübung	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Ralf Otterpohl
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnis abwasserwasserwirtschaftlicher Maßnahmenfelder sowie der zentralen Prozesse der Abwasserwasseraufbereitung
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden können die ganze Breite der Anlagentechniken bei siedlungswasserwirtschaftlichen Maßnahmen und deren gegenseitige Abhängigkeit für einen nachhaltigen Gewässerschutz beschreiben. Sie können relevante ökonomische, ökologische und soziale Aspekte wiedergeben.
Fertigkeiten	Studierende können verfügbare Abwasseraufbereitungsverfahren in der Breite der Anwendungen für Vorentwürfe auslegen und erklären, sowohl für kommunale als auch für einige industrielle Anlagen.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Im Rahmen dieses Moduls werden Sozialkompetenzen nicht gezielt angesprochen.
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind in der Lage selbstständig und planvoll ein Thema zu erarbeiten und dieses zu präsentieren.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	120 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Pflicht

Lehrveranstaltung L0517: Biologische Abwasserreinigung

Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Joachim Behrendt
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Charakterisierung von Abwasser Stoffwechseltypen von Mikroorganismen Kinetik biologischer Stoffumwandlung Berechnung von Bioreaktoren zur Abwasserreinigung Konzepte in der biologischen Abwasserreinigung Design WWTP Exkursion zur Kläranlage Seevetal Klüsing Biofilme Biofilmreaktoren Anaerobe Verfahren Resoursen orientierte Sanitärtechnik Zukünftige Herausforderungen in der Abwasserforschung

Literatur	**Gujer, Willi** Siedlungswasserwirtschaft : mit 84 Tabellen ISBN: 3540343296 (Gb.) URL: http://www.gbv.de/dms/bs/toc/516261924.pdf URL: http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?id=2842122&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm Berlin [u.a.] : Springer, 2007 TUB_HH_Katalog **Henze, Mogens** Wastewater treatment : biological and chemical processes ISBN: 3540422285 (Pp.) Berlin [u.a.] : Springer, 2002 TUB_HH_Katalog **Imhoff, Karl** (Imhoff, Klaus R.;) Taschenbuch der Stadtentwässerung : mit 10 Tafeln ISBN: 3486263331 ((Gb.)) München [u.a.] : Oldenbourg, 1999 TUB_HH_Katalog **Lange, Jörg** (Otterpohl, Ralf; Steger-Hartmann, Thomas;) Abwasser : Handbuch zu einer zukunftsfähigen Wasserwirtschaft ISBN: 3980350215 (kart.) URL: http://www.gbv.de/du/services/agi/52567E5D44DA0809C12570220050BF25/000000700334 Donaueschingen-Pfohren : Mall-Beton-Verl., 2000 TUB_HH_Katalog **Mudrack, Klaus** (Kunst, Sabine;) Biologie der Abwasserreinigung : 18 Tabellen ISBN: 382741427X URL: http://www.gbv.de/du/services/agi/94B581161B6EC747C1256E3F005A8143/420000114903 Heidelberg [u.a.] : Spektrum, Akad. Verl., 2003 TUB_HH_Katalog **Tchobanoglous, George** (Metcalf & Eddy, Inc., ;) Wastewater engineering : treatment and reuse ISBN: 0070418780 (alk. paper) ISBN: 0071122508 (ISE (*pbk)) Boston [u.a.] : McGraw-Hill, 2003 TUB_HH_Katalog **Henze, Mogens** Activated sludge models ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3 ISBN: 1900222248 London : IWA Publ., 2002 TUB_HH_Katalog **Kunz, Peter** Umwelt-Bioverfahrenstechnik Vieweg, 1992 **Bauhaus-Universität., Arbeitsgruppe Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt** (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, ;) Abwasserbehandlung : Gewässerbelastung, Bemessungsgrundlagen, Mechanische Verfahren, Biologische Verfahren, Reststoffe aus der Abwasserbehandlung, Kleinkläranlagen ISBN: 3860682725 URL: http://www.gbv.de/dms/weimar/toc/513989765_toc.pdf URL: http://www.gbv.de/dms/weimar/abs/513989765_abs.pdf Weimar : Universitätsverl, 2006 TUB_HH_Katalog **Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall** DWA-Regelwerk Hennef : DWA, 2004 TUB_HH_Katalog **Wiesmann, Udo** (Choi, In Su; Dombrowski, Eva-Maria;) Fundamentals of biological wastewater treatment ISBN: 3527312196 (Gb.) URL: http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?id=2774611&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm Weinheim : WILEY-VCH, 2007 TUB_HH_Katalog

Lehrveranstaltung L3122: Biologische Abwasserreinigung	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Joachim Behrendt
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0357: Advanced Wastewater Treatment	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Joachim Behrendt
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Survey on advanced wastewater treatment reuse of reclaimed municipal wastewater Precipitation Flocculation Depth filtration Membrane Processes Activated carbon adsorption Ozonation "Advanced Oxidation Processes" Disinfection
Literatur	Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, McGraw-Hill, Boston 2003 Wassertechnologie, H.H. Hahn, Springer-Verlag, Berlin 1987 Membranverfahren: Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, T. Melin und R. Rautenbach, Springer-Verlag, Berlin 2007 Trinkwasserdesinfektion: Grundlagen, Verfahren, Anlagen, Geräte, Mikrobiologie, Chlorung, Ozonung, UV-Bestrahlung, Membranfiltration, Qualitätssicherung, W. Roeske, Oldenbourg-Verlag, München 2006 Organische Problemstoffe in Abwässern, H. Gulyas, GFEU, Hamburg 2003

Lehrveranstaltung L0358: Advanced Wastewater Treatment	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Joachim Behrendt
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Aggregate organic compounds (sum parameters) Industrial wastewater Processes for industrial wastewater treatment Precipitation Flocculation Activated carbon adsorption Recalcitrant organic compounds
Literatur	Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering: Treatment and Reuse, McGraw-Hill, Boston 2003 Wassertechnologie, H.H. Hahn, Springer-Verlag, Berlin 1987 Membranverfahren: Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, T. Melin und R. Rautenbach, Springer-Verlag, Berlin 2007 Trinkwasserdesinfektion: Grundlagen, Verfahren, Anlagen, Geräte, Mikrobiologie, Chlorung, Ozonung, UV-Bestrahlung, Membranfiltration, Qualitätssicherung, W. Roeske, Oldenbourg-Verlag, München 2006 Organische Problemstoffe in Abwässern, H. Gulyas, GFEU, Hamburg 2003

Modul M1724: Smart Monitoring

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Smart Monitoring (L2762)	Integrierte Vorlesung	2	2
Smart Monitoring (L2763)	Gruppenübung	2	4

Modulverantwortlicher	Prof. Kay Smarsly
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge or interest in object-oriented modeling, programming, and sensor technologies are helpful. Interest in modern research and teaching areas, such as Internet of Things, Industry 4.0 and cyber-physical systems, as well as the will to deepen skills of scientific working, are required. Basic knowledge in scientific writing and good English skills.
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	The students will become familiar with the principles and practices of smart monitoring. The students will be able to design decentralized smart systems to be applied for continuous (remote) monitoring of systems in the built and in the natural environment. In addition, the students will learn to design and to implement intelligent sensor systems using state-of-the-art data analysis techniques, modern software design concepts, and embedded computing methodologies. Besides lectures, project work is also part of this module, which will be conducted throughout the semester and will contribute to the grade. In small groups, the students will design smart monitoring systems that integrate a number of “intelligent” sensors to be implemented by the students. Specific focus will be put on the application of machine learning techniques. The smart monitoring systems will be mounted on real-world (built or natural) systems, such as bridges or slopes, or on scaled lab structures for validation purposes. The outcome of every group will be documented in a paper. All students of this module will “automatically” participate with their smart monitoring system in the annual "Smart Monitoring" competition. The written papers and oral examinations form the final grades. The module will be taught in English. Limited enrollment.
Fertigkeiten	
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	
Selbstständigkeit	
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	10 Seiten Ausarbeitung mit 15-minütigem Abgabegespräch
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Energy and Resources: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Robotik und Informatik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L2762: Smart Monitoring

Typ	Integrierte Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Kay Smarsly
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	In this course, principles of smart monitoring will be taught, focusing on modern concepts of data acquisition, data storage, and data analysis. Also, fundamentals of intelligent sensors and embedded computing will be illuminated. Autonomous software and decentralized data processing are further crucial parts of the course, including concepts of the Internet of Things, Industry 4.0 and cyber-physical systems. Furthermore, measuring principles, data acquisition systems, data management and data analysis algorithms will be discussed. Besides the theoretical background, numerous practical examples will be shown to demonstrate how smart monitoring may advantageously be used for assessing the condition of systems in the built or natural environment.
Literatur	

Lehrveranstaltung L2763: Smart Monitoring	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Kay Smarsly
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	The contents of the exercises are based on the lecture contents. In addition to the exercises, project work will be conducted throughout the semester, which will consume the majority of the workload. As part of the project work, students will design smart monitoring systems that will be tested in the laboratory or in the field. As mentioned in the module description, the students will participate in the “Smart Monitoring” competition, hosted annually by the Institute of Digital and Autonomous Construction. Students are encouraged to contribute their own ideas. The tools required to implement the smart monitoring systems will be taught in the group exercises as well as through external sources, such as video tutorials and literature.
Literatur	

Modul M0858: Coastal Hydraulic Engineering I

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Grundlagen des Küstenwasserbaus (L0807)	Vorlesung	3	4
Grundlagen des Küstenwasserbaus (L1413)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	2

Modulverantwortlicher	Prof. Peter Fröhle
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basics of hydraulic engineering, hydrology and hydromechanics
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	The students are able to define and explain the basic concepts of coastal engineering and port engineering. They are able to apply the concepts to selected practical problems of coastal engineering. Students can define and determine the basics for design and dimensioning of coastal engineering constructions.
Fertigkeiten	The students are capable to apply basic design approaches to selected and pre-defined design tasks in coastal engineering.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	The students are able to deploy their gained knowledge in applied problems such as the design of coastal protection structures. Additionaly, they will be able to work in team with engineers of other disciplines, for instance designing of coastal breakwaters.
Selbstständigkeit	The students will be able to independently extend their knowledge and applyit to new problems.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	Die Prüfungsdauer beträgt 2 Stunden. Es werden sowohl Aufgaben zum allgemeinen Verständis der vermittelten Vorlesungsinhalte gestellt als auch Berechnungsaufgaben zur Anwendung der vermittelten Vorlesungsinhalte.
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Pflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Pflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0807: Basics of Coastal Engineering	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Peter Fröhle
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe

Inhalt	• Basics of planning and design
	  ◦ Water levels
	  ◦ Currents
	  ◦ Waves
	  ◦ Ice
	• Planning and Design in Coastal Engineering
	  ◦ Functional and constructional design
	  ◦ Determination of design parameters
	  ◦ Design-approaches
	  ▪ Filter
	  ▪ Rubble mound constructions
	  ▪ Piles
	  ▪ Vertical constructions

Literatur	Coastal Engineering Manual, CEM Vorlesungsumdruck

Lehrveranstaltung L1413: Basics of Coastal Engineering	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Peter Fröhle
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1898: Studienarbeit Wasserqualität und Wasseringenieurwesen

Lehrveranstaltungen			
Titel	**Typ**	**SWS**	**LP**

Modulverantwortlicher	Dozenten des Studiengangs
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden können ihre Detailkenntnisse auf einem Gebiet des Wasser- und Umweltingenieurwesens demonstrieren. Die Studierenden sind qualifiziert wassertechnologische und umweltschutzorientierte Vorhaben zu projektieren und dabei selbstständig Forschungsaufgaben zur theoretischen und experimentellen Untersuchung von Umweltproblemen und wasserwirtschaftlichen Fragestellungen zu definieren. Sie können zum Stand von Entwicklung und Anwendung Beispiele geben und diese kritisch unter Berücksichtigung aktueller Probleme und Rahmenbedingungen in Wissenschaft und Gesellschaft diskutieren. Die Studierenden sind in der Lage, für eine grundlagenorientierte, anwendungsorientierte oder praktische Fragestellung aus dem Bereich des Wasser- und Umweltingenieurwesens eigenständig eine Lösungsstrategie zu definieren und einzelne Lösungsansätze zu skizzieren. Dabei können sie theorieorientiert vorgehen und aktuelle sicherheitstechnische, ökologische, ethische und wirtschaftliche Gesichtspunkte nach dem Stand der Wissenschaft und zugehöriger gesellschaftlicher Diskussionen einbeziehen. Wissenschaftliche Arbeitstechniken, die sie zur eigenen Projektbearbeitung gewählt haben, können sie detailliert darlegen und kritisch erörtern.
Fertigkeiten	Die Studierenden sind in der Lage, zur Projektbearbeitung selbständig Methodenansätze auszuwählen und diese Auswahl inhaltlich zu begründen. Sie können darlegen, wie sie Ansätze oder Methoden lösungsorientiert auf das spezifische Anwendungsfeld beziehen und hierfür an den Anwendungskontext anpassen. Über das Projekt hinausweisende Eckpunkte sowie Weiterentwicklungen können sie in Grundzügen skizzieren.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden können die Relevanz und den Zuschnitt ihrer Projektaufgabe, die Arbeitsschritte und Teilprobleme für die Diskussion und Erörterung in größeren Gruppen aufbereiten, die Diskussionen anleiten und Kolleginnen und Kollegen Rückmeldung zu ihren Projekten geben.
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind fähig, die zur Bearbeitung der Studienarbeit notwendigen Arbeitsschritte und Abläufe selbständig unter Berücksichtigung vorgegebener Fristen zu planen und zu dokumentieren. Hierzu gehört, dass sie sich aktuelle wissenschaftliche Informationen zielorientiert beschaffen können. Ferner sind sie in der Lage, bei Fachexperten Rückmeldungen zum Arbeitsfortschritt einzuholen, um hochwertige, auf den Stand von Wissenschaft und Technik bezogene Arbeitsergebnisse zu erzielen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 360, Präsenzstudium 0
Leistungspunkte	12
Studienleistung	Keine
Prüfung	Studienarbeit
Prüfungsdauer und -umfang	abhängig von Aufgabenstellung
Zuordnung zu folgenden Curricula	Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Pflicht

Modul M0949: Rural Development and Resources Oriented Sanitation for different Climate Zones

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Ländliche Entwicklung und Ressourcen Orientierte Sanitärsysteme für verschiedene Klimate (L0942)	Seminar	2	3
Ländliche Entwicklung und Ressourcen Orientierte Sanitärsysteme für verschiedene Klimate (L0941)	Vorlesung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Ralf Otterpohl
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge of the global situation with rising poverty, soil degradation, lack of water resources and sanitation
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Students can describe resources oriented wastewater systems mainly based on source control in detail. They can comment on techniques designed for reuse of water, nutrients and soil conditioners. Students are able to discuss a wide range of proven approaches in Rural Development from and for many regions of the world.
Fertigkeiten	Students are able to design low-tech/low-cost sanitation, rural water supply, rainwater harvesting systems, measures for the rehabilitation of top soil quality combined with food and water security. Students can consult on the basics of soil building through “Holisitc Planned Grazing” as developed by Allan Savory.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	The students are able to develop a specific topic in a team and to work out milestones according to a given plan.
Selbstständigkeit	Students are in a position to work on a subject and to organize their work flow independently. They can also present on this subject.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit
Prüfungsdauer und -umfang	Semesterbegleitend werden Meilensteine erarbeitet, vorgetragen und schriftlich festgehalten. Genaueres zum jeweiligen Semesterbeginn.
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Energie- und Umwelttechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0942: Rural Development and Resources Oriented Sanitation for different Climate Zones	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Ralf Otterpohl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Central part of this module is a group work on a subtopic of the lectures. The focus of these projects will be based on an interview with a target audience, practitioners or scientists. • The group work is divided into several Milestones and Assignments. The outcome will be presented in a final presentation at the end of the semester.
Literatur	• J. Lange, R. Otterpohl 2000: Abwasser - Handbuch zu einer zukunftsfähigen Abwasserwirtschaft. Mallbeton Verlag (TUHH Bibliothek) • Winblad, Uno and Simpson-Hébert, Mayling 2004: Ecological Sanitation, EcoSanRes, Sweden (free download) • Schober, Sabine: WTO/TUHH Award winning Terra Preta Toilet Design: http://youtu.be/w_R09cYq6ys

Lehrveranstaltung L0941: Rural Development and Resources Oriented Sanitation for different Climate Zones	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Ralf Otterpohl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Living Soil - THE key element of Rural Development • Participatory Approaches • Rainwater Harvesting • Ecological Sanitation Principles and practical examples • Permaculture Principles of Rural Development • Performance and Resilience of Organic Small Farms • Going Further: The TUHH Toolbox for Rural Development • EMAS Technologies, Low cost drinking water supply
Literatur	• Miracle Water Village, India, Integrated Rainwater Harvesting, Water Efficiency, Reforestation and Sanitation: http://youtu.be/9hmkgn0nBgk • Montgomery, David R. 2007: Dirt: The Erosion of Civilizations, University of California Press

Modul M0802: Membrane Technology

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Membrantechnologie (L0399)	Vorlesung	2	3
Membrantechnologie (L0400)	Gruppenübung	1	2
Membrantechnologie (L0401)	Laborpraktikum	1	1

Modulverantwortlicher	Prof. Mathias Ernst
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge of water chemistry. Knowledge of the core processes involved in water, gas and steam treatment
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Students will be able to rank the technical applications of industrially important membrane processes. They will be able to explain the different driving forces behind existing membrane separation processes. Students will be able to name materials used in membrane filtration and their advantages and disadvantages. Students will be able to explain the key differences in the use of membranes in water, other liquid media, gases and in liquid/gas mixtures.
Fertigkeiten	Students will be able to prepare mathematical equations for material transport in porous and solution-diffusion membranes and calculate key parameters in the membrane separation process. They will be able to handle technical membrane processes using available boundary data and provide recommendations for the sequence of different treatment processes. Through their own experiments, students will be able to classify the separation efficiency, filtration characteristics and application of different membrane materials. Students will be able to characterise the formation of the fouling layer in different waters and apply technical measures to control this.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Students will be able to work in diverse teams on tasks in the field of membrane technology. They will be able to make decisions within their group on laboratory experiments to be undertaken jointly and present these to others.
Selbstständigkeit	Students will be in a position to solve homework on the topic of membrane technology independently. They will be capable of finding creative solutions to technical questions.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	90 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0399: Membrane Technology	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Mathias Ernst
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	The lecture on membrane technology supply provides students with a broad understanding of existing membrane treatment processes, encompassing pressure driven membrane processes, membrane application in electrodialyis, pervaporation as well as membrane distillation. The lectures main focus is the industrial production of drinking water like particle separation or desalination; however gas separation processes as well as specific wastewater oriented applications such as membrane bioreactor systems will be discussed as well. Initially, basics in low pressure and high pressure membrane applications are presented (microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration, reverse osmosis). Students learn about essential water quality parameter, transport equations and key parameter for pore membrane as well as solution diffusion membrane systems. The lecture sets a specific focus on fouling and scaling issues and provides knowledge on methods how to tackle with these phenomena in real water treatment application. A further part of the lecture deals with the character and manufacturing of different membrane materials and the characterization of membrane material by simple methods and advanced analysis. The functions, advantages and drawbacks of different membrane housings and modules are explained. Students learn how an industrial membrane application is designed in the succession of treatment steps like pre-treatment, water conditioning, membrane integration and post-treatment of water. Besides theory, the students will be provided with knowledge on membrane demo-site examples and insights in industrial practice.
Literatur	• T. Melin, R. Rautenbach: Membranverfahren: Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung (2., erweiterte Auflage), Springer-Verlag, Berlin 2004. • Marcel Mulder, Basic Principles of Membrane Technology, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands • Richard W. Baker, Membrane Technology and Applications, Second Edition, John Wiley & Sons, Ltd., 2004

Lehrveranstaltung L0400: Membrane Technology	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Mathias Ernst
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0401: Membrane Technology	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Mathias Ernst
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0822: Modellierung von Prozessen in der Wassertechnologie

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Modellierung der Prozesse der Abwasserbehandlung (L0522)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
Modellierung von Prozessen der Trinkwasseraufbereitung (L0314)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3

Modulverantwortlicher	Dr. Klaus Johannsen
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Verständnis der wichtigsten Prozesse in der Trinkwasseraufbereitung und der Abwasserbehandlung
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	Die Studierenden können ausgewählte Prozesse der Trinkwasseraufbereitung und Abwasserbehandlung detailliert beschreiben. Sie können die Grundlagen sowie die Möglichkeiten und Grenzen der dynamischen Modellierung erklären.
Fertigkeiten	Studierende können die wichtigsten Funktionen der Programmiersprache Modelica anwenden. Sie können ausgewählte Prozesse der Trinkwasseraufbereitung und Abwasserbehandlung detailliert im Hinblick auf Gleichgewicht, Kinetik und Stoffbilanzen in ein mathematisches Modell umsetzen und in OpenModelica realisieren. Studierende können Modelle selbst erstellen, anwenden und die Möglichkeiten und Grenzen einschätzen.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	Die Studierenden können in einer fachlich heterogenen Gruppe Problemstellungen lösen und diese dokumentieren. Sie können angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen.
Selbstständigkeit	Die Studierenden sind in der Lage eigenständig ein Problem zu definieren, sich das erforderliche Wissen anzueignen und daraus ein Modell zuerstellen.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0522: Modellierung der Prozesse der Abwasserbehandlung	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Joachim Behrendt
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Massen- und Energiebilanzen Tracer Modellierung Belebtschlammverfahren Kläranlage (kontinuierlich und als SBR) Schlammbehandlung (ADM, aerob autotherm) Biofilmmodellierung
Literatur	**Henze, Mogens** (Seminar on Activated Sludge Modelling, ; Kollekolle Seminar on Activated Sludge Modelling, ;) Activated sludge modelling : processes in theory and practice ; selected proceedings of the 5th Kollekolle Seminar on Activated Sludge Modelling, held in Kollekolle, Denmark, 10 - 12 September 2001 ISBN: 1843394146 [London] : IWA Publ., 2002 TUB_HH_Katalog **Henze, Mogens** Activated sludge models ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3 ISBN: 1900222248 London : IWA Publ., 2002 TUB_HH_Katalog **Henze, Mogens** Wastewater treatment : biological and chemical processes ISBN: 3540422285 (Pp.) Berlin [u.a.] : Springer, 2002 TUB_HH_Katalog **Wiesmann, Udo** (Choi, In Su; Dombrowski, Eva-Maria;) Fundamentals of biological wastewater treatment ISBN: 3527312196 (Gb.) URL: http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?id=2774611&prov=M&dok_var=1&dok_ext=htm Weinheim : WILEY-VCH, 2007 TUB_HH_Katalog

Lehrveranstaltung L0314: Process Modeling in Drinking Water Treatment	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Klaus Johannsen
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	In this course selected drinking water treatment processes (e.g. aeration or activated carbon adsorption) are modeled dynamically using the programming language Modelica, that is increasingly used in industry. In this course OpenModelica is used, an free access frontend of the programming language Modelica. In the beginning of the course the use of OpenModelica is explainded by means of simple examples. Together required elements and structure of the model are developed. The implementation in OpenModelica and the application of the model is done individually or in groups respectively. Students get feedback and can gain extra points for the exam.
Literatur	**OpenModelica:** https://openmodelica.org/index.php/download/download-windows **OpenModelica - Modelica Tutorial:** https://openmodelica.org/index.php/useresresources/userdocumentation **OpenModelica - Users Guide:** https://openmodelica.org/index.php/useresresources/userdocumentation **Peter Fritzson:** Principles of Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 2.1,Wiley-IEEE Press, ISBN 0-471-471631. **MHW (rev. by Crittenden, J. et al.):** Water treatment principles and design. John Wiley & Sons, Hoboken, 2005. **Stumm, W., Morgan, J.J.**: Aquatic chemistry. John Wiley & Sons, New York, 1996. **DVGW (Hrsg.):** Wasseraufbereitung - Grundlagen und Verfahren. Oldenbourg Industrie Verlag, München, 2004.

Modul M0859: Coastal Hydraulic Engineering II

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Küsten- und Hochwasserschutz (L0808)	Vorlesung	2	3
Küsten- und Hochwasserschutz (L1415)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	1
Unterhaltung und Verteidigung von Hochwasserschutzanlagen (L1411)	Vorlesung	2	2

Modulverantwortlicher	Prof. Peter Fröhle
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	Coastal Engineering I
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	The students have the capability to define and explain in detail the important aspects of erosion protection and flood protection and are able to apply the aspects to practical coastal protection problems. They are able to design and dimension important coastal protection measures from the functional and from the constructional point of view.
Fertigkeiten	The students are able to select design approaches for the functional and constructional design of erosion and flood protection measures and apply these approaches to practical design tasks.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	The students are able to deploy their gained knowledge in applied problems such as the functional and constructive design of coastal and flood protection structures. Additionaly, they will be able to work in team with engineers of other disciplines.
Selbstständigkeit	The students will be able to independently extend their knowledge and apply it to new problems.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Klausur
Prüfungsdauer und -umfang	Die Prüfungsdauer beträgt 130 min. Es werden sowohl Aufgaben zum allgemeinen Verständis der vermittelten Vorlesungsinhalte gestellt als auch Berechnungsaufgaben zur Anwendung der vermittelten Vorlesungsinhalte.
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Pflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Environment and Climate: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht

Lehrveranstaltung L0808: Coastal- and Flood Protection	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Peter Fröhle
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe

Inhalt	Protection of sandy coasts
	• Sediment transport
	• Morphology
	• Technical solution for the protection of sandy coasts
	  ◦ Construction in direction of the coast
	  ◦ Constructions perpendicular to the coast
	  ◦ Other Concepst
	• Calculation approaches and numerical models
	Flood Protection
	• Classification of constructions / measures
	• Dikes
	• Dunes
	• Foreland - constructions
	• Flood-Protection Walls
	• Drainage of the hinterland

Literatur	Vorlesungsumdruck Coastal Engineering Manual CEM

Lehrveranstaltung L1415: Coastal- and Flood Protection	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Peter Fröhle
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1411: Maintenance and Defence of Flood Protection Structures	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Olaf Müller
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	• Dike protection • Maintennance of flood protection measures
Literatur	Vorlesungsumdruck

Modul M0581: Water Protection

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Gewässerschutz und Abwassermanagement (L0226)	Vorlesung	3	3
Gewässerschutz und Abwassermanagement (L2008)	Projektseminar	3	3

Modulverantwortlicher	Prof. Ralf Otterpohl
Zulassungsvoraussetzungen	None
Empfohlene Vorkenntnisse	• Basic knowledge in water management; • Good knowledge in urban drainage; • Good knowledge of wastewater treatment techniques; • Good knowledge of pollutants (e.g. COD, BOD, TS, N, P) and their properties;
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz	
Wissen	The students can describe the basic principles of the regulatory framework related to the international and European water sector. They can explain limnological processes, substance cycles and water morphology in detail. They are able to assess complex problems related to water protection, such as ecosystem service and wastewater treatment with a special focus on innovative solutions, remediation measures as well as conceptual approaches.
Fertigkeiten	Students can accurately assess current problems and situations in a country-specific or local context. They can suggest concrete actions to contribute to the planning of tomorrow's urban water cycle. Furthermore, they can suggest appropriate technical, administrative and legislative solutions to solve these problems.
Personale Kompetenzen	
Sozialkompetenz	The students can work together in international groups.
Selbstständigkeit	Students are able to organize their work flow to prepare presentations and discussions. They can acquire appropriate knowledge by making enquiries independently.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	Schriftliche Ausarbeitung plus Vortrag
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Environmental Engineering: Vertiefung Water Quality and Water Engineering: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Stadt: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Wasser: Wahlpflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Vertiefung Umwelt: Pflicht

Lehrveranstaltung L0226: Water Protection and Wastewater Management	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Ralf Otterpohl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	The lecture focusses on: • Regulatory Framework (e.g. WFD) • Main instruments for the water management and protection • In depth knowledge of relevant measures of water pollution control • Urban drainage, treatment options in different regions on the world • Rainwater management, improved management of heavy rainfalls, downpours, rainwater harvesting, rainwater infiltration • Case Studies and Field Trips
Literatur	The literature listed below is available in the library of the TUHH. • Water and wastewater technology Hammer, M. J. 1., & . (2012). (7. ed., internat. ed.). Boston [u.a.]: Pearson Education International. • Water and wastewater engineering : design principles and practice: Davis, M. L. 1. (2011). . New York, NY: McGraw-Hill. • Biological wastewater treatment: (2011). C. P. Leslie Grady, Jr. (3. ed.). London, Boca Raton, Fla. [u.a.]: IWA Publ.

Lehrveranstaltung L2008: Water Protection and Wastewater Management	
Typ	Projektseminar
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Ralf Otterpohl
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Thesis

Modul M-002: Masterarbeit

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP

Modulverantwortlicher	Professoren der TUHH
Zulassungsvoraussetzungen	• Laut ASPO § 21 (1): Es müssen mindestens 60 Leistungspunkte im Studiengang erworben worden sein. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss.
Empfohlene Vorkenntnisse	keine
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz *Wissen*	• Die Studierenden können das Spezialwissen (Fakten, Theorien und Methoden) ihres Studienfaches sicher zur Bearbeitung fachlicher Fragestellungen einsetzen. • Die Studierenden können in einem oder mehreren Spezialbereichen ihres Faches die relevanten Ansätze und Terminologien in der Tiefe erklären, aktuelle Entwicklungen beschreiben und kritisch Stellung beziehen. • Die Studierenden können eine eigene Forschungsaufgabe in ihrem Fachgebiet verorten, den Forschungsstand erheben und kritisch einschätzen.
Fertigkeiten	• Die Studierenden sind in der Lage, für die jeweilige fachliche Problemstellung geeignete Methoden auszuwählen, anzuwenden und ggf. weiterzuentwickeln. • Die Studierenden sind in der Lage, im Studium erworbenes Wissen und erlernte Methoden auch auf komplexe und/oder unvollständig definierte Problemstellungen lösungsorientiert anzuwenden. • Die Studierenden können in ihrem Fachgebiet neue wissenschaftliche Erkenntnisse erarbeiten und diese kritisch beurteilen.
Personale Kompetenzen *Sozialkompetenz*	Studierende können • eine wissenschaftliche Fragestellung für ein Fachpublikum sowohl schriftlich als auch mündlich strukturiert, verständlich und sachlich richtig darstellen. • in einer Fachdiskussion Fragen fachkundig und zugleich adressatengerecht beantworten und dabei eigene Einschätzungen überzeugend vertreten.
Selbstständigkeit	Studierende sind fähig, • ein eigenes Projekt in Arbeitspakete zu strukturieren und abzuarbeiten. • sich in ein teilweise unbekanntes Arbeitsgebiet des Studiengangs vertieft einzuarbeiten und dafür benötigte Informationen zu erschließen. • Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens umfassend in einer eigenen Forschungsarbeit anzuwenden.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 900, Präsenzstudium 0
Leistungspunkte	30
Studienleistung	Keine
Prüfung	Abschlussarbeit
Prüfungsdauer und -umfang	laut ASPO
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Computer Science: Abschlussarbeit: Pflicht Data Science: Abschlussarbeit: Pflicht Electrical Engineering and Information Technology: Abschlussarbeit: Pflicht Elektrotechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Energietechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Environmental Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Global Innovation Management: Abschlussarbeit: Pflicht

	Informatik-Ingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Information and Communication Systems: Abschlussarbeit: Pflicht Interdisciplinary Mathematics: Abschlussarbeit: Pflicht International Production Management: Abschlussarbeit: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Abschlussarbeit: Pflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht Luftfahrttechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Materials Science and Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Materialwissenschaft: Abschlussarbeit: Pflicht Mechanical Engineering and Management: Abschlussarbeit: Pflicht Mechatronics: Abschlussarbeit: Pflicht Medizingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Microelectronics and Microsystems: Abschlussarbeit: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Abschlussarbeit: Pflicht Regenerative Energien: Abschlussarbeit: Pflicht Schiffbau und Meerestechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Ship and Offshore Technology: Abschlussarbeit: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Abschlussarbeit: Pflicht Verfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Zulassungs- und Sachverständigenwesen in der Luftfahrt: Abschlussarbeit: Pflicht