

# Modulhandbuch

Masterstudiengang

## **Umwelt- und Verfahrenstechnik**

Environmental and Process Engineering



Foto: colourbox.de

## **Studienziele gemäß § 2 der Studien- und Prüfungsordnung:**

<sup>1</sup>Das konsekutive Masterstudium hat das Ziel, Absolventinnen und Absolventen von verfahrens-, umwelt-energietechnischen oder verwandten Bachelor-Studiengängen für eine herausgehobene Tätigkeit in Entwicklung, Projektierung und Betrieb in der Industrie zu qualifizieren. <sup>2</sup>Der Schwerpunkt der Studieninhalte zielt auf die gründliche Vertiefung der methodischen Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie auf den Erwerb von praxisorientiertem Spezialwissen. <sup>3</sup>Darüber hinaus sollen selbständiges Arbeiten und fachübergreifendes Denken besonders gefördert werden. <sup>4</sup>Neben der technischen und wissenschaftlichen Weiterqualifikation soll auch der zunehmenden Bedeutung betriebswirtschaftlicher, organisatorischer und sprachlicher Fachkenntnisse, der Teamarbeit und der Mitarbeiterführung Rechnung getragen werden. <sup>5</sup>Durch die Wahl der Studienschwerpunkte (...) „Umwelttechnik“ (UT) bzw. „Energieverfahrenstechnik“ (ET) können die Studierenden das Studium gemäß ihren Neigungen und Berufswünschen gestalten.

## Inhaltsverzeichnis

A-E: Energieerzeugung.....	4
A-U: Umwelttechnik Wasser / Luft.....	7
B-E: Energienutzung / -speicher.....	11
B-U: Umwelttechnik Ressourcen / Rohstoffe.....	17
C: Fluidmechanik / CFD.....	23
D: Wahlpflichtmodule.....	27
E: Planspiel.....	29
F: Anlagenplanung und Sicherheitstechnik.....	31
G: Regel- und Prozessleittechnik.....	35
H: Prozessmodellierung und Simulation.....	39
I: Schlüsselkompetenzen.....	41
K: Wirtschaft und Management.....	46
L: Masterarbeit.....	51

### **Curriculum / Regelstudienzeit (vgl. § 4 Abs. 2 der Studien- und Prüfungsordnung)**

Vollzeit-Studium: 3 Semester

Teilzeit-Studium: max. 6 Semester

### **Abkürzungsverzeichnis**

Erster Buchstabe: Modulnummer

Modulnummer-E: Schwerpunkt „Energieverfahrenstechnik“ (ET)

Modulnummer-U: Schwerpunkt „Umwelttechnik“ (UT)

<b>Modul</b>	<b>A-E: Energieerzeugung</b>
<b>Modulbezeichnung engl.</b>	<i>Energy Production</i>
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Kraftwerktechnik (A-E1) Brennstoffzellentechnik und Wasserstofftechnologie (A-E2)
<b>Veranstaltungsturnus</b>	Sommersemester
<b>Modulverantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Marcus Reppich
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Masterstudiengang „Umwelt- und Verfahrenstechnik“, Schwerpunkt „Energieverfahrenstechnik“, 1. Semester
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studienschwerpunktes Energieverfahrenstechnik.
<b>Arbeitsaufwand</b>	A-E1: 90 h A-E2: 90 h  Gesamtaufwand: 180 h
<b>Credit Points (CP)</b>	6
<b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b>	Keine
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Grundlegende Kenntnisse der Thermodynamik, der Wärmeübertragung und der Energietechnik
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<b>Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage,</b> <u>Kenntnisse:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ausgewählte Verfahren der Energieerzeugung und deren Merkmale zu benennen.</li> <li>• primäre Energieformen und Umwandlungsschritte wiederzugeben.</li> </ul> <u>Fertigkeiten:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• energieverfahrenstechnische Prozesse zu beschreiben und zu unterscheiden.</li> <li>• grundlegende Berechnungen und Auslegungen vorzunehmen.</li> </ul> <u>Kompetenzen:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• energieverfahrenstechnische Anlagen zu vergleichen und zu bewerten.</li> <li>• energieverfahrenstechnische Prozesse zu berechnen.</li> </ul>
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	2 Studienarbeiten, max. 20 Seiten (Gewichtung jeweils 50 %)

<b>Lehrveranstaltung A-E1: Kraftwerktechnik</b>	
<b>Zuordnung zum Modul</b>	A-E
<b>Dozent(in)</b>	Dr. rer. nat. Wolfgang Spiegel, Dr. Mauritius Hiller
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden</b>	Seminaristischer Unterricht (SU) mit Übung (Ü): 3 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 45 h (SU, Ü: 3 SWS) Eigenstudium: 45 h  Gesamtaufwand: 90 h
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieformen und -umwandlungsschritte wiederzugeben.</li> <li>• klimaneutrale Brennstoffe hinsichtlich Besonderheiten und Einsatzgebieten zu identifizieren.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• thermische Prozesse in der Energie- und Kraftwerkstechnik zu differenzieren.</li> <li>• Werkstoffe für Kraftwerke beim Einsatz klimaneutraler Brennstoffe zu klassifizieren.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlagen zur Verwertung und thermischen Behandlung von klimaneutralen Brennstoffen zu vergleichen.</li> <li>• eigenständig thermische Prozesse in der Energie- und Kraftwerkstechnik zu bewerten.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie (Energieformen, -umwandlung, Märkte/Strukturen)</li> <li>• Thermische Prozesse in der Energie- und Kraftwerkstechnik</li> <li>• Klimaneutrale Brennstoffe (Besonderheiten und Einsatz)</li> <li>• Kraftwerke (vom Brennstoff zum Abgas, vom Brennstoff zur Nutzenergie)</li> <li>• Werkstoffe für Kraftwerke beim Einsatz klimaneutraler Brennstoffe (insbesondere Korrosionsschutz)</li> <li>• Arbeitsgebiete für Ingenieure und Gutachter</li> <li>• Bauarten und Anwendungen von Anlagen zur Verwertung und thermischen Behandlung von klimaneutralen Brennstoffen</li> <li>• Berechnung der Prozesse</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer, Overhead bzw. Dokumentenkamera, Laboreinrichtung und Skript
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thome-Kozmiensky, K. J. et al.: Energie aus Abfall. Bände 12 bis 16. TK Verlag. Berlin 2015-2019.</li> <li>• Beckmann, M.; Hurtado, A.: Kraftwerkstechnik. Bände 6 bis 10. TK Verlag. Berlin 2014-2018.</li> </ul>

<b>A-E2: Brennstoffzellentechnik und Wasserstofftechnologie</b>	
<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>A-E2: Brennstoffzellentechnik und Wasserstofftechnologie</b>
<b>Zuordnung zum Modul</b>	A-E
<b>Dozent(in)</b>	Prof. Dr.-Ing. Marcus Reppich
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden</b>	Seminaristischer Unterricht (SU) mit Übung (Ü): 3 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 45 h (SU, Ü: 3 SWS) Eigenstudium: 45 h  Gesamtaufwand: 90 h
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Wirkungsweise von Brennstoffzellen und ausgewählter Anwendungen zu benennen.</li> <li>• die Prozesskette von der Wasserstoffherstellung, -transport bis zur Wasserstoffspeicherung zu skizzieren.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Brennstoffzellentechnik zu erklären.</li> <li>• die Technologie der Erzeugung und Verwendung von Wasserstoff zu beschreiben.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brennstoffzellen zu berechnen und verschiedene Arten zu vergleichen.</li> <li>• Laborversuche mit Brennstoffzellen zu planen und zu realisieren.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über die Brennstoffzellentechnik</li> <li>• Bauarten von Brennstoffzellen und deren Einsatzgebiete</li> <li>• Herstellung, Transport, Speicherung und Verwendung von Wasserstoff</li> <li>• Laborversuch Brennstoffzelle</li> <li>• Bauarten und Anwendungen von Brennstoffzellen</li> <li>• Wasserstoffherstellung, -transport, -speicherung</li> <li>• Berechnung von Brennstoffzellen</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Präsentation mit Laptop/Beamer/digitale Lehr- und Lernformen, Labor
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reich, G.; Reppich, M.: Regenerative Energietechnik. Springer Vieweg.</li> <li>• Kurzweil, P.: Brennstoffzellentechnik. Springer Vieweg.</li> <li>• Töpler, J.; Lehmann, J. (Hrsg.): Wasserstoff und Brennstoffzelle. Springer Vieweg.</li> <li>• Schmidt, T.: Wasserstofftechnik. Hanser.</li> </ul>

<b>Modul</b>	<b>A-U: Umwelttechnik Wasser / Luft</b>
<b>Modulbezeichnung engl.</b>	<i>Environmental Technology: Water / Air</i>
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Luftreinhaltung (A-U1) Wassertechnologie (A-U2)
<b>Veranstaltungsturnus</b>	Sommersemester
<b>Modulverantwortlich</b>	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Osterland
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Masterstudiengang „Umwelt- und Verfahrenstechnik“, Schwerpunkt „Umwelttechnik“, 1. Semester
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studienschwerpunktes Umwelttechnik.
<b>Arbeitsaufwand</b>	A-U1: 90 h A-U2: 90 h  Gesamtaufwand: 180 h
<b>Credit Points (CP)</b>	6
<b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b>	Keine
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Grundlegende Kenntnisse der chemischen, mechanischen und thermischen Verfahrenstechnik sowie des Umweltrechts und des Immissionsschutzes
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rechtliche Grundlagen des Immissionsschutzes und den Zusammenhang zwischen Emission und Immission wiederzugeben.</li> <li>• wesentliche Schadstoffe für Luft und Wasser sowie Technologien zur Emissionsminderung zu benennen.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rechtliche Grundlagen zu beurteilen und in die Entscheidungsfindung bezüglich Emissionsminderungsmaßnahmen mit einzubeziehen.</li> <li>• geeignete Emissionsminderungsmaßnahmen für Luftschadstoffe inkl. Treibhausgase und Wasserschadstoffe zu identifizieren.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilanzierungsrechnungen zur Beurteilung der Grenzwerteinhalten und Auslegung von Verfahren durchzuführen.</li> <li>• angemessene Maßnahmen bei Nichteinhaltung von Grenzwerten auch bei unvollständiger Informationslage zu entwickeln.</li> <li>• unterschiedliche Verfahrensoptionen zur Emissionsminderung vergleichend zu beurteilen.</li> </ul>
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Gemeinsame schriftliche Prüfung über A-U1 und A-U2, 120 Minuten

<b>Lehrveranstaltung A-U1: Luftreinhaltung</b>	
<b>Zuordnung zum Modul</b>	A-U
<b>Dozent(in)</b>	Prof. Dr. rer. nat. Thomas Osterland
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden</b>	Seminaristischer Unterricht (SU) mit Übung (Ü): 3 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 45 h (SU: 2 SWS, Ü: 1 SWS) Eigenstudium: 45 h  Gesamtaufwand: 90 h
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rechtliche Grundlagen (BImSchG, TA Luft, immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren) zu benennen.</li> <li>• verschiedene Verfahren und Prozesse zur Abgas- und Rauchgasreinigung wiederzugeben.</li> <li>• wesentliche Treibhausgase und deren Hauptquellen zu benennen.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rechtliche Grundlagen zu beurteilen und in die Entscheidungsfindung bezüglich Emissionsminderungsmaßnahmen mit einzubeziehen.</li> <li>• verfahrenstechnische Zusammenhänge unter realen Rahmenbedingungen auf Luftemissionen zu übertragen.</li> <li>• die Auswirkung der äußeren Ausbreitungsbedingungen auf die Immission verschiedener Schadstoffe zu beurteilen.</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Emissionen verschiedener Prozesse zu berechnen.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geeignete Technologien bzw. Technologiekombinationen zur Emissionsreduktion auszuwählen und Verfahrensalternativen zu beurteilen.</li> <li>• selbstständig Abgasreinigungsanlagen auszulegen und rechnerisch zu beurteilen.</li> <li>• angemessene Maßnahmen bei Nichteinhaltung von Grenzwerten zu entwickeln.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfahren und Anlagen zur Abgas- und Rauchgasreinigung <ul style="list-style-type: none"> <li>o Mechanische Trennverfahren für partikuläre Schadstoffe</li> <li>o physikalische und chemische Verfahren für gas- und dampfförmige Schadstoffe</li> <li>o Beurteilung der Leistungsfähigkeit von Verfahren und deren Kombinationen</li> </ul> </li> <li>• Rechtliche Grundlagen (BImSchG, TA Luft, immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren)</li> <li>• Atmosphärische und topographische Rahmenbedingungen (Ausbreitung von Schadstoffen)</li> <li>• Berechnung von Emissionen, Grenzwerteinhaltung und Sauerstoffbedarf (Verbrennungsrechnung)</li> <li>• Bilanzierung von Treibhausgasemissionen</li> <li>• Optionen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Präsentation mit Laptop/Beamer, Online-Arbeitsmaterialien



- 
- Literatur**
- Förtsch, G.; Meinholz, H.: Handbuch Betrieblicher Immissionschutz. Springer Vieweg. Wiesbaden 2020.
  - Hübner, K.; Görner, K.: Gasreinigung und Luftreinhaltung. VDI-Springer. Heidelberg 2001.
  - Nietsche, M.: Abluftfibel. Springer Vieweg-Berlin, Heidelberg 2015.
  - Sattler, K.: Thermische Trennverfahren. Wiley-VCH-Weinheim 2001.
  - Ebeling, N.: Abluft und Abgas: Reinigung und Überwachung. Wiley-VCH- Weinheim 2008.
  - Crastan, V.: Weltweite Energiewirtschaft und Klimaschutz. 2. Aufl. Springer Vieweg. Berlin 2016.
  - Ausfelder, F.; Dura, H. E. (Hrsg.): Optionen für ein nachhaltiges Energiesystem mit PTX Technologien. Herausforderungen – Potenziale – Methoden – Auswirkungen.
  - BImSchG, div. BImSchV, TA Luft, div. Normen zur Luftreinhaltung
-

<b>Lehrveranstaltung A-U2: Wassertechnologie</b>	
<b>Zuordnung zum Modul</b>	A-U
<b>Dozent(in)</b>	Dipl.-Ing. Klaus Stegmayer
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden</b>	Seminaristischer Unterricht (SU) mit Übung (Ü): 3 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 45 h (SU: 2 SWS, Ü: 1 SWS) Eigenstudium: 45 h  Gesamtaufwand: 90 h
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rechtliche Grundlagen (Wasserhaushaltsgesetz, Trinkwasserverordnung, Abwasserverordnung, wasserrechtliches Genehmigungsverfahren, etc.) zu benennen.</li> <li>• chemische Prozesse zur Wassertechnologie aufzuzählen.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rechtliche Grundlagen (Wasserhaushaltsgesetz, Trinkwasserverordnung, Abwasserverordnung, wasserrechtliches Genehmigungsverfahren, etc.) zu beurteilen und in die Entscheidungsfindung mit einzubeziehen.</li> <li>• spezielle Verfahren der Wasser- und Abwasserbehandlung in der Umwelttechnik zu gebrauchen.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selbstständig Abwasserreinigungsanlagen und Wasseraufbereitungsanlagen auszulegen und rechnerisch zu beurteilen.</li> <li>• wissenschaftlich fundierte Entscheidungen hervorzubringen, auch auf der Grundlage unvollständiger oder begrenzter Informationen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechtliche Grundlagen (Wasserhaushaltsgesetz, Trinkwasserverordnung, Abwasserverordnung, wasserrechtliches Genehmigungsverfahren, etc.)</li> <li>• Wasserchemie</li> <li>• Spezielle Verfahren der Wasser- und Abwasserbehandlung</li> <li>• Wassertechnische Anwendungen</li> <li>• Rechnerische Auslegung von Abwasserreinigungsanlagen und Wasseraufbereitungsanlagen</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Präsentation mit Laptop/Beamer, Overhead bzw. Dokumentenkamera, Laboreinrichtung und Skript
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hanke, K.; Wilhelm, S.: Wasseraufbereitung – Chemie und chemische Verfahrenstechnik. 6. Aufl. Springer. Heidelberg 2003.</li> <li>• Mutschmann, J.; Stimmelmayer, F.: Taschenbuch der Wasserversorgung. 14. Aufl. Vieweg. Wiesbaden 2007.</li> <li>• Karger, R.; Cord-Landwehr, K.; Hoffmann, F.: Wasserversorgung. 13. Aufl. Vieweg + Teubner. Wiesbaden 2008.</li> </ul>

<b>Modul</b>	<b>B-E: Energienutzung / -speicher</b>
<b>Modulbezeichnung engl.</b>	<i>Energy Utilization and Storage</i>
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Energiespeicher / -netze (B-E1) Energieeffizienz (B-E2)
<b>Veranstaltungsturnus</b>	Sommersemester
<b>Modulverantwortlich</b>	Prof. Dr. Fiorentino Valerio Conte
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Masterstudiengang „Umwelt- und Verfahrenstechnik“, Schwerpunkt „Energieverfahrenstechnik“, 1. Semester
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studienschwerpunktes Energieverfahrenstechnik.
<b>Arbeitsaufwand</b>	B-E1: 90 h B-E2: 90 h  Gesamtaufwand: 180 h
<b>Credit Points (CP)</b>	6
<b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b>	Keine
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Energieversorgungssysteme – insbesondere in Deutschland bzw. der EU – zu benennen.</li> <li>• die Anforderungen durch die sog. Energiewende und die dafür erforderlichen Technologien darzustellen.</li> <li>• die Bedeutung von Effizienz und Effektivität zu beschreiben.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegenden Prinzipien von Energiesysteme zu berücksichtigen.</li> <li>• die Rolle unterschiedlicher Energiequelle und Energieträger zu bestimmen.</li> <li>• die Rolle von Energiespeichern und Wasserstoff-Energiesystemen zu bestimmen.</li> <li>• optimale Technologien auszuwählen in Hinblick auf Effektivität und Effizienz der Lösung.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• technisch und organisatorisch Lösungsmöglichkeiten für die Energiewende zu definieren, zu entwickeln und auszuwählen.</li> </ul>
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Gemeinsame schriftliche Prüfung über B-E1 und B-E2, 90 Minuten

<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>B-E1: Energiespeicher / -netze</b>
<b>Zuordnung zum Modul</b>	B-E
<b>Dozent(in)</b>	Prof. Dr. Fiorentino Valerio Conte
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden</b>	Seminaristischer Unterricht (SU) mit Übung (Ü): 3 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 45 h (SU 2,5 SWS, Ü: 0,5 SWS) Eigenstudium: 45 h
	Gesamtaufwand: 90 h
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Energiewende in den sozioökonomischen Rahmen einzuordnen.</li> <li>• das Netzkonzept, das Netz der Netze und Energiesysteme zu definieren.</li> <li>• verschiedene Netze und die Wechselwirkungen (Strom, Gas, IT-Kommunikation, Verkehr, Wasser) zu benennen.</li> <li>• die elektrische Energieübertragung bzw. die Grundlage der Energieversorgung zu kennen.</li> <li>• Smart Grid zu definieren.</li> <li>• Aspekte der Netzsicherheit zu wiederzugeben.</li> <li>• die Grundprinzipien des elektrischen Systems zu beschreiben sowie mit der Stromerzeugung und dem Stromtransport zusammenhängende Fragen zu beantworten.</li> <li>• die Struktur des Netzverteilungssystems zu kennen.</li> <li>• die Steuerung des nationalen Stromnetzes und die Problematik der Energieflussregelung zu skizzieren.</li> <li>• verschiedene Arten von Speichersystemen für stationäre Anwendungen aufzulisten.</li> <li>• die physikalischen Grundlagen und wichtigsten Merkmale, Besonderheiten und Grenzen elektrischer Energiespeichersysteme zu erklären.</li> <li>• elektrische Speichersysteme im Stromnetz zu erläutern.</li> <li>• Zusammenhänge von Elektromobilität und Stromnetz darzustellen.</li> <li>• Arten und Probleme der Fahrzeugaufladung aus der Sicht des Verteilungsnetzes zu bezeichnen.</li> <li>• die Vehicle to Grid (V2G)-Technologie sowie die Variablen und kritischen Punkte, die beim Energieaustausch zwischen dem Netz und den Fahrzeugen (V2G-Technologie) eine Rolle spielen, zu beschreiben.</li> <li>• die verschiedenen Wasserstoffproduktions-, -transport- und -speichersysteme, ihre Besonderheiten und Kritikalitäten zu benennen.</li> <li>• die Power to X-Technologie zu kennen.</li> </ul>

---

#### Fertigkeiten:

- grundlegenden Prinzipien der elektrischen Energiesysteme zu berücksichtigen.
- Wechselwirkungen zwischen den unterschiedlichen Netzen beurteilen zu können.
- die Definition von Smart Grid und die entsprechenden Anforderungen für seine Regelung in die Praxis zu transferieren.
- Vorteile und Schwierigkeiten bei der Einführung eines intelligenten Stromnetzes abschätzen zu können.
- die Steuerung des Stromnetzes und die Grundlagen der Frequenz- und Leistungsregelung in einem elektrischen System zu verstehen.
- die Rolle, die elektrische Speichersysteme im Stromnetz spielen und die Besonderheiten der verschiedenen elektrischen Energiespeichersysteme in der Praxis berücksichtigen zu können.
- die optimale Technologie für das jeweilige Speicherproblem auszuwählen und dabei die Besonderheiten des Speichersystems für ein Energieproblem zu beachten.
- die enge Beziehung zwischen Stromnetz und Elektromobilität darzustellen.
- die Rolle von Wasserstoff-Energiesystemen zu bestimmen.

#### Kompetenzen:

- die Rolle eines bestimmten Speichersystems in einem Stromnetz selbständig zu erkennen und zu interpretieren.
- den Leistungsbedarf auf Makro- und Mikroebene abzuschätzen (Simultanitätsprinzip).
- die wichtigsten kritischen Punkte eines Stromnetzes zu identifizieren und zu verstehen, ob ein Speichersystem diese kritischen Punkte entschärfen kann.
- eine Grobdimensionierung eines Speichersystems für eine stationäre Anwendung durchzuführen.
- die Auswirkungen zu verstehen, vorherzusagen und zu kontrollieren, die der Anschluss eines Speichersystems an einem bestimmten Punkt des Netzes verursacht.
- das geeignete Speichersystem für eine Netzanforderung – basierend auf den spezifischen Möglichkeiten, Beschränkungen, Kosten und dem Zeitrahmen eines Projekts – zu definieren und auszuwählen.
- die Eigenschaften und Leistungen von neuartigen Speichersystemen für stationäre Anwendungen selbständig in den technischen Kontext einzuordnen.

---

#### **Inhalt**

- Energiesysteme und die Energiewende: Energieverbrauch und Energieerzeugung
- Energienetze: Probleme durch fluktuierende Energie
- Speicherung: Bedarf und Art
- Spezifikationen von Energiespeichern
- Energieversorgungsnetze und Energienetzregelung: Last Fluss Analyse
- Lithium-Ionen für Stationär-Anwendung
- Smart Grids und Energiespeicher
- Energienetze und Elektromobilität
- Sicherheit von Energieversorgungsnetzen (Impulsvortrag „Sicherheit von Energienetzen: Physikalisch und IT – Blockchain für Energiesysteme“)
- Gas, Wasserstoff, Power to X

---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserstoff Speicherung</li> <li>• Kurze Einführung in die Energiemärkte (Impulsvortrag: „European Electric system and its market“)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Präsentation mit Laptop/Beamer
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sterner, M.; Stadler, I. et al: Energiespeicher-Technologien, Bedarf, Integration. 2. Aufl. Springer. Heidelberg, Berlin, New York. 2014/2017.</li> <li>• Brauner, G.: Systemeffizienz bei regenerativer Stromerzeugung, Strategien für effiziente Energieversorgung bis 2050. Springer. ISBN: 978-3-658-24854-3.</li> </ul>

---

<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>B-E2: Energieeffizienz</b>
<b>Zuordnung zum Modul</b>	B-E
<b>Dozent(in)</b>	Prof. Dr.-Ing. Stefan Murza
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden</b>	Seminaristischer Unterricht (SU) als hybrides Modell von Präsenzunterricht und einem Inverted Classroom in einer Form des kooperativen Lernens: 3 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 45 h (SU: 3 SWS) Eigenstudium: 45 h  Gesamtaufwand: 90 h
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Begriffe Effizienz, Effektivität zu kennen und zu beschreiben.</li> <li>• unterschiedliche Eigenschaften von Energien zu kennen.</li> <li>• das Wissen über unterschiedliche Energieformen entlang einer Wandlungskette zu haben.</li> <li>• die Aussagen des ersten und des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik bei der Anwendung auf energetische Prozesse und Verfahren darzustellen.</li> <li>• die Energieeffizienzrichtlinie der Europäischen Union zu kennen.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zwischen quantitativen und qualitativen Energieverlusten zu unterscheiden.</li> <li>• den Primärenergiefaktor eines Energieträgers zu bestimmen.</li> <li>• den Primärenergiebedarf von technischen Verfahren auf Basis des Energieeinsatzes und der Energieträger sowie der jeweiligen Primärenergiefaktoren zu berechnen.</li> <li>• die quantitativen und qualitativen Verluste, die im Einzelnen bei der Wandlung, dem Transport und der Speicherung von Energie entstehen, zu bestimmen.</li> <li>• Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz auszuwählen.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozesse und Verfahren hinsichtlich der rationellen Verwendung von Energie zu verbessern.</li> <li>• den Primärenergiebedarf von Prozessen und Verfahren zu optimieren.</li> <li>• exergetische Analysen von Energieanwendungen durchzuführen und Exergiebilanzen zu erstellen.</li> <li>• bestehende Verfahren für den Einsatz alternativer Energieformen umzustellen.</li> <li>• bestehende Energiekonversionstechnologien zu verbessern sowie neue, effizientere Verfahren zu erarbeiten.</li> </ul>

---

<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieeffizienz als rationelle Verwendung von Energie</li> <li>• Enthalpie, Entropie, Exergie und Energie</li> <li>• Entwertung von Energie</li> <li>• Matrix der Energieumformungen</li> <li>• Energiekonversionstechnologien</li> <li>• Primärenergiebedarf und Primärenergieproduktivität</li> <li>• Bilanzierungsgrößen und Effizienzberechnung</li> <li>• Energieströme und Energiebilanzen</li> <li>• Exergieströme und Exergiebilanzen</li> <li>• Wirkungsgrade und Leistungsziffern</li> <li>• Energieeffizienzsteigerung und Optimierungskonzepte</li> <li>• Energiemanagementsysteme und Energieaudits</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Graphical Recording, (Kurz-) Lernvideos, Skripte zu jeder einzelnen Seminareinheit als pdf-Dokumente, Moodle-Kurs als Plattform für Kommunikation und Dokumentenbereitstellung.
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dehli, M.: Energieeffizienz in Industrie, Dienstleistung und Gewerbe: Energietechnische Optimierungskonzepte für Unternehmen. Springer. Wiesbaden 2020.</li> <li>• Pehnt, M. (Hrsg.): Energieeffizienz: Ein Lehr- und Handbuch. Springer. Berlin 2010.</li> <li>• Wosnitza, F.; Hilgers, H. G.: Energieeffizienz und Energiemanagement. Vieweg+Teubner. Wiesbaden 2012.</li> </ul>

---



<b>Modul</b>	<b>B-U: Umwelttechnik Ressourcen / Rohstoffe</b>
<b>Modulbezeichnung engl.</b>	<i>Environmental Technology: Resources / Feedstock</i>
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Kreislaufwirtschaft / Recycling (B-U1) Rohstofftechnologie / Ressourcen (B-U2)
<b>Veranstaltungsturnus</b>	Sommersemester
<b>Modulverantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Rommel
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Masterstudiengang „Umwelt- und Verfahrenstechnik“, Schwerpunkt „Umwelttechnik“, 1. Semester
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studienschwerpunktes Umwelttechnik.
<b>Arbeitsaufwand</b>	B-U1: 90 h B-U2: 90 h  Gesamtaufwand: 180 h
<b>Credit Points (CP)</b>	6
<b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b>	Keine
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Sichere Beherrschung der üblichen Grundoperationen der mechanischen, thermischen und chemischen Verfahrenstechnik; Basiswissen in der Werkstoffkunde und der Umweltverfahrenstechnik
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<b>Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage,</b> <u>Kenntnisse:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die rechtlichen Rahmenbedingungen für eine zukunftsgerichtete Wirtschaftsweise („Circular Economy“) einzuordnen.</li> <li>• die Recycelingeigenschaften unterschiedlicher Materialien sowie verschiedene Recyclingverfahren zu beschreiben.</li> <li>• Zusammenhänge, kausale Ketten, Skalierungen und Relationen im Lebenszyklus von Rohstoffen herauszuarbeiten.</li> </ul> <u>Fertigkeiten:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge der Recyclingtechnik/Kreislaufwirtschaft unter nicht-idealen bzw. realen Rahmenbedingungen auf technische Fragestellungen zu übertragen.</li> <li>• Recyclingprozess für unterschiedliche Materialien zu entwickeln.</li> <li>• Stoffstromanalysen nach dem Konzept der Stoffgeschichten zu erstellen.</li> <li>• die prinzipiellen globalen und lokalen Wirkgefüge von Ressourcen- und Rohstoffeinsatz zu erklären.</li> </ul>

---

Kompetenzen:

- Prozesse der Recyclingtechnik/Kreislaufwirtschaft unter nicht-idealen bzw. realen Rahmenbedingungen technisch, ökologisch und rechtlich zu beurteilen.
- wissenschaftlich fundierte Entscheidungen im Feld der Kreislaufwirtschaft hervorzubringen, auch auf der Grundlage unvollständiger oder begrenzter Informationen.
- Umweltrelevanz von Rohstoff- und Ressourcennutzung in Relation zu ökonomischen Aspekten zu beurteilen (globale Skala).
- Betriebswirtschaftliche Entscheidungen über den Umgang mit Rohstoffen und Ressourcen begründet zu entwickeln

---

**Studien- und  
Prüfungsleistungen**

Gemeinsame schriftliche Prüfung über B-U1 und B-U2, 90 Minuten

---

<b>Lehrveranstaltung B-U1: Kreislaufwirtschaft / Recycling</b>	
<b>Zuordnung zum Modul</b>	B-U
<b>Dozent(in)</b>	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Rommel, Prof. Dr.-Ing. Mesut Cetin
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden</b>	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 3 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 45 h (SU, TA: 3 SWS) Eigenstudium: 45 h  Gesamtaufwand: 90 h
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die rechtlichen Rahmenbedingungen der Kreislaufwirtschaft einzuordnen.</li> <li>• die Recyclingeigenschaften unterschiedlicher Materialien zu beschreiben.</li> <li>• verschiedene Recyclingverfahren zu beschreiben.</li> <li>• Kreislaufwirtschaft aus unterschiedlichen Standpunkten zu skizzieren.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenhänge der Recyclingtechnik/Kreislaufwirtschaft unter nicht-idealen bzw. realen Rahmenbedingungen auf technische Fragestellungen zu übertragen.</li> <li>• Recyclingprozess für unterschiedliche Materialien zu entwickeln.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozesse der Recyclingtechnik/Kreislaufwirtschaft unter nicht-idealen bzw. realen Rahmenbedingungen technisch, ökologisch und rechtlich zu beurteilen.</li> <li>• wissenschaftlich fundierte Entscheidungen im Feld der Kreislaufwirtschaft hervorzubringen, auch auf der Grundlage unvollständiger oder begrenzter Informationen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschichte und Entwicklung der Kreislaufwirtschaft</li> <li>• Rahmenbedingungen der Kreislaufwirtschaft</li> <li>• Abfallvermeidung und Wiederverwertung</li> <li>• Sammlung und Erfassung von Abfällen und Sekundärmaterial</li> <li>• Sortier- und Aufbereitungstechnik</li> <li>• Recycling unterschiedlicher Abfallfraktionen (z. B. Bioabfall, Bauabfälle, Elektroaltgeräte, Altfahrzeuge, Verpackungen, etc.)</li> <li>• Ökologische Bewertung und Relevanz der unterschiedlichen Verfahren</li> <li>• Zukunft der Kreislaufwirtschaft: Circular Economy</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Präsentation mit Laptop/Beamer, Moodle-Kurs, Skript

- 
- Literatur**
- Kranert, M. (Hrsg.): Einführung in die Kreislaufwirtschaft, Springer Vieweg. 5. Aufl. Wiesbaden 2018.
  - Kurth, P.; Oexle, A.; Faulstich, M. (Hrsg.): Praxishandbuch der Kreislauf- und Rohstoffwirtschaft, Springer Vieweg. 1. Aufl. Wiesbaden 2018.
  - Martens, H.; Goldmann, D.: Recyclingtechnik. Springer Vieweg. 2. Aufl. Wiesbaden 2016.
-

<b>Lehrveranstaltung B-U2: Rohstofftechnologie / Ressourcen</b>	
<b>Zuordnung zum Modul</b>	B-U
<b>Dozent(in)</b>	PD Dr. rer. nat. habil. Simon Meißner
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden</b>	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 3 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 45 h (SU, TA: 3 SWS) Eigenstudium: 45 h  Gesamtaufwand: 90 h
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die einzelnen Aspekte der Ressourcen- und Rohstoffbewirtschaftung zu nennen.</li> <li>• Zusammenhänge, kausale Ketten, Skalierungen und Relationen im Lebenszyklus von Rohstoffen herauszuarbeiten.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• eine Stoffstromanalyse nach dem Konzept der Stoffgeschichten zu erstellen.</li> <li>• die prinzipiellen globalen und lokalen Wirkgefüge von Ressourcen- und Rohstoffeinsatz zu erklären.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Umweltrelevanz von Rohstoff- und Ressourcennutzung in Relation zu ökonomischen Aspekten zu beurteilen (globale Skala).</li> <li>• betriebswirtschaftliche Entscheidungen über den Umgang mit Rohstoffen und Ressourcen begründet zu entwickeln.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffsbestimmung „Ressourcen“ und „Rohstoffe“</li> <li>• Geologie, Bergbau und Primärproduktion</li> <li>• Mineralische, metallische, biotische und Energie-Rohstoffe</li> <li>• Immaterielle Ressourcen</li> <li>• Volkswirtschaftliche und politische Rahmenbedingungen der Rohstoffwirtschaft</li> <li>• Betriebswirtschaftliche Aspekte des Ressourcen- und Rohstoffeinsatzes</li> <li>• Rechtliche und ethische Aspekte</li> <li>• Umweltwirkungen und soziokulturelle Aspekte</li> <li>• Konzept der Stoffgeschichten</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reller, A.; Marschall, L.; Meißner, S.; Schmidt, C.: Ressourcenstrategien. WBG. Darmstadt 2013.</li> <li>• Zepf, V.; Reller, A.; Rennie, C.; Ashfield, M.; Simmons, J.: Materials critical to the energy industry. An introduction. 2<sup>nd</sup> edition. BP p.l.c. London 2014.</li> <li>• United States Geological Survey: Minerals Commodity Summaries. Diverse Jahrgänge. U.S. Geological Survey. Reston 2017. Abrufbar online.</li> <li>• DERA: Publikationsreihe DERA-Rohstoffinformationen. Diverse Jahrgänge. Abrufbar online.</li> </ul>

- 
- UNEP (2016): Global Material Flows and Resource Productivity. Assessment Report for the UNEP International Resource Panel. Abrufbar online.
-

<b>Modulbezeichnung engl.</b>	<i>Fluid Mechanics / CFD</i>
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Fluidmechanik (C1) Computational Fluid Dynamics (C2)
<b>Veranstaltungsturnus</b>	Sommersemester
<b>Modulverantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Alexandra Jördening
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Masterstudiengang „Umwelt- und Verfahrenstechnik“, 1. Semester
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studiengangs.
<b>Arbeitsaufwand</b>	C1: 60 h C2: 120 h  Gesamtaufwand: 180 h
<b>Credit Points (CP)</b>	6
<b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b>	Keine
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Grundlagen der Strömungsmechanik, numerischen Mathematik, Thermodynamik/Wärmeübertragung
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Aussagen der strömungsmechanischen Bilanzgleichungen wiederzugeben.</li> <li>• die Zusammenhänge der Disziplinen Strömungsmechanik, Physik und numerische Mathematik in der numerischen Strömungssimulation zu verstehen.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• strömungsmechanische Aufgabenstellungen zu abstrahieren, in numerische Berechnungsmodelle zu transferieren und mit Hilfe kommerziell verfügbarer Berechnungstools zu lösen.</li> <li>• das Zusammenwirken der Fluidmechanik, Physik und numerischen Mathematik in praktischen Anwendungsfällen zu erkennen.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• an komplexe Aufgabenstellungen der Fluidodynamik methodisch heranzugehen.</li> <li>• den digitalen Workflow einer numerischen Strömungssimulation wiederzugeben.</li> </ul>

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ergebnisse strömungsmechanischer Berechnungen auf Basis numerischer Verfahren zu beurteilen, darzustellen und zu kommunizieren.</li><li>• Optimierungen für strömungsmechanische Fragestellungen abzuleiten.</li><li>• Mittels virtueller Auslegungswerkzeuge Prozesse und Produkte der Energie, Umwelt- und Verfahrenstechnik nachhaltig mitzugestalten.</li></ul>
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Gemeinsame schriftliche Prüfung über C1 und C2, 120 Minuten

---



<b>Lehrveranstaltung C1: Fluidmechanik</b>	
<b>Zuordnung zum Modul</b>	C
<b>Dozent(in)</b>	Prof. Dr.-Ing. Alexandra Jördening
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/</b>	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 30 h (SU, TA: 2 SWS) Eigenstudium: 30 h  Gesamtaufwand: 60 h
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strömungsmechanische Grundlagen</li> <li>• Mathematische Beschreibung von Strömungen</li> <li>• Klassifizierung der Gleichungen und Lösungsansätze</li> <li>• Aufbau einer numerischen Strömungssimulation</li> <li>• Netzerstellung und Netzqualitätskriterien</li> <li>• Rand- und Anfangsbedingungen</li> <li>• Numerische Verfahren zur Lösung der Gleichungssysteme</li> <li>• Ergebnisanalyse und -darstellung</li> <li>• Fehlerabschätzung bei numerischen Verfahren</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cebeci, T. et al.: Computational Fluid Dynamics for Engineers. Springer. 2005.</li> <li>• Ferziger, J. H.; Peric, M.: Numerische Strömungsmechanik. Springer. 2008.</li> <li>• Griebel, M.; Dornseifer, T.; Neunhoeffler, T.: Numerische Simulation in der Strömungsmechanik. Vieweg. 1995.</li> <li>• Oertel, H.; Laurien, E.: Numerische Strömungsmechanik. Vieweg. 2003.</li> <li>• Tu, J.; Yeoh, G. H.; Liu, C.: Computational Fluid Dynamics – A Practical Approach. Butterworth-Heinemann. 2007.</li> <li>• Wendt, J.: Computational Fluid Dynamics – An Introduction (A VKI book). Springer. 1995.</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung C2: Computational Fluid Dynamics</b>	
<b>Zuordnung zum Modul</b>	C
<b>Dozent(in)</b>	Prof. Dr.-Ing. Alexandra Jördening
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/</b>	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 4 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 60 h (SU, TA: 4 SWS) Eigenstudium: 60 h  Gesamtaufwand: 90 h
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einsatzmöglichkeiten von CFD</li> <li>• Geometrische Darstellung des Strömungsraumes</li> <li>• Gittergenerierung und Diskretisierung</li> <li>• Turbulenzmodellierung</li> <li>• Analyse der Ergebnisse</li> <li>• Fehlerquellen und Qualitätssicherung</li> <li>• Praktisch Anwendungsfälle</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Präsentation von Tutorials mit Laptop/Beamer, kommerzielles Softwaretool im PC-Pool des THA-Rechenzentrums
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skripte zur Veranstaltung, Stand 2021</li> <li>• N.N.: Handbücher ANSYS-CFX, online in ANSYS verfügbar</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltungen</b>	<p>Es ist <u>ein</u> Wahlpflichtmodul aus dem Modulkatalog der Masterstudiengänge der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik zu wählen.</p> <p><b>Modulkatalog</b> Details siehe jeweilige Modulbeschreibung im Modulhandbuch des jeweiligen Studiengangs</p> <p><b>Master Umwelt- und Verfahrenstechnik</b> Schwerpunkt „Energieverfahrenstechnik“</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A-U</li> <li>▪ A-P</li> <li>▪ B-U</li> <li>▪ B-P</li> </ul> <p>Schwerpunkt „Umwelttechnik“</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A-E</li> <li>▪ A-P</li> <li>▪ B-E</li> <li>▪ B-P</li> </ul> <p><b>Master Maschinenbau</b> Alle Module aus dem Masterstudiengang Maschinenbau, die nicht zugleich Bestandteil des Masterstudiengangs Umwelt- und Verfahrenstechnik sind, können als Wahlpflichtmodule belegt werden.</p> <p><b>Master Produktion</b> Siehe Master Maschinenbau</p> <p><b>Master Technologie-Management</b> Module aus dem berufsbegleitenden Masterstudiengang Technologie-Management können als Modulstudium (kostenpflichtig) belegt und auf Antrag anerkannt werden.</p>
<b>Veranstaltungsturnus</b>	Sommersemester
<b>Modulverantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Marcus Reppich
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Masterstudiengang „Umwelt- und Verfahrenstechnik“, 1. Semester
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist ein Wahlpflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studiengangs. Gewählt werden kann ein Modul aus den Modulkatalogen sämtlicher Masterstudiengänge der Fakultät, soweit die Module nicht bereits als Pflichtmodule belegt waren.
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden</b>	Entsprechend der gewählten Module.
<b>Arbeitsaufwand</b>	Gesamtaufwand: 180 h
<b>Credit Points (CP)</b>	6
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ein ausgewähltes Fachgebiet in seiner Breite und Tiefe zu kennen.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• innerhalb des ausgewählten Fachgebiets auf Basis des angeeigneten Wissens geeignete Problemlösungen finden zu können.</li> </ul> <p><u>Kompetenz:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• innerhalb des ausgewählten Fachgebiets eigenständig arbeiten und Verantwortung übernehmen zu können.</li> </ul>
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Entsprechend den Angaben beim gewählten Modul.

<b>Modulbezeichnung engl.</b>	Case Study
<b>Veranstaltungsturnus</b>	Sommersemester
<b>Modulverantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Rommel
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Masterstudiengang „Umwelt- und Verfahrenstechnik“, 1. Semester
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studiengangs.
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden</b>	Seminar (S), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 3 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 45 h (S, TA: 3 SWS) Eigenstudium: 135 h (Studienarbeit)
	Gesamtaufwand: 180 h
<b>Credit Points (CP)</b>	6
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wichtige Begriffe des Systemdenkens zur Bearbeitung einer komplexen ingenieurtechnischen Tätigkeit zu wiederholen.</li> <li>Vorgehensweisen zur Strukturierung eines komplexen ingenieurtechnischen Problems aufzuzeigen.</li> <li>Präsentationstechniken für unterschiedliche Situationen zu benennen.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>notwendige Theorie und Zusammenhänge des Systemdenkens zur Bearbeitung einer komplexen ingenieurtechnischen Tätigkeit zu erklären.</li> <li>zugehörige Dokumentationen gemäß wissenschaftlicher Art zu verfassen.</li> <li>ihre kommunikative und soziale Seite durch Einnahme von unterschiedlichen Rollen im Planspiel weiterzuentwickeln.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>systemisch Probleme zu analysieren und unter Einsatz von Methoden der Projektorganisation Zusammenhänge hervorzubringen.</li> <li>eigene Entscheidungen zu treffen und Konsequenzen ihres Handelns durch Simulationen im Planspielablauf zu ermitteln.</li> <li>verschiedene Beobachterpositionen durch gemeinsame Reflexionen in Kleingruppen einzunehmen und somit Vor- und Nachteile inhaltlicher als auch verhaltensbezogener Handlungen zu unterscheiden.</li> </ul>

<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der Aufgabenstellung</li> <li>• Ermitteln der Arbeitsschritte</li> <li>• Strukturierung der Arbeitspakete</li> <li>• Kontrolle des Arbeitsfortschritts</li> <li>• Wissenschaftliches Arbeiten mit Informationsquellen</li> <li>• Strukturieren von Dokumentationen</li> <li>• Präsentationstechniken</li> </ul> <p><u>Studienarbeit:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realitätsnahe Simulation einer Praxissituation (eine konkrete Aufgabenstellung für die gesamte Studiengruppe), die jeweils von einer/m Dozent(in) betreut wird. Im Gegensatz zu einem „Projekt“ werden unterschiedliche Rollen durch die „Spieler“ (jeweils eine Kleingruppe von Studierenden) eingenommen.</li> </ul>
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Referat, 15 Minuten; ingenieurwissenschaftliche Ausarbeitung (Studienarbeit, mind. 40 Seiten)
<b>Medienformen</b>	Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer und Blended Learning
<b>Literatur</b>	Abhängig von Aufgabenstellung

<b>Modulbezeichnung engl.</b>	<i>Plant Design and Safety</i>
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Anlagenplanung und -sicherheit (F1) Sicherheitstechnik im Betrieb (F2)
<b>Veranstaltungsturnus</b>	Wintersemester
<b>Modulverantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Hubert Wittreck
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Masterstudiengang „Umwelt- und Verfahrenstechnik“, 2. Semester
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studiengangs.
<b>Arbeitsaufwand</b>	F1: 90 h F2: 90 h  Gesamtaufwand: 180 h
<b>Credit Points (CP)</b>	6
<b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b>	Keine
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Grundlegende Kenntnisse in Planung, Berechnung und Betrieb von Apparaten und Anlagen
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• umwelt- und bautechnische Genehmigungsvorschriften für die Errichtung verfahrenstechnischer Anlagen zu kennen.</li> <li>• europäische und nationale Gesetze für das Bereitstellen von Maschinen und Anlagen auf dem Markt zuzuordnen und wiederzugeben.</li> <li>• Rechtsnormen für den Betrieb von Anlagen zu benennen.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• allgemeine Grundlagen der Genehmigungsdokumente zu erklären.</li> <li>• einfache Gefährdungs- und Risikoanalysen für den Bau und Betrieb von Anlagen zu erstellen.</li> <li>• die Kommunikation zwischen Behörden, Anlagenbauern, Anlagenbetreibern, Kunden, Mitarbeitern und Anwohnern in Bezug auf Planung, Bau und Betrieb von Anlagen beispielhaft darzustellen.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefahren beim Bau und im Betrieb von verfahrenstechnischen Anlagen anhand gesetzlicher Vorschriften zu beurteilen.</li> <li>• erforderliche Informationen eigenständig zu beschaffen.</li> <li>• technische Lösungen zur Risikominderung vorzuschlagen.</li> </ul>





<b>Lehrveranstaltung F1: Anlagenplanung und -sicherheit</b>	
<b>Zuordnung zum Modul</b>	F
<b>Dozent(in)</b>	Prof. Dr.-Ing. Hubert Wittreck
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/</b>	Seminaristischer Unterricht (SU) mit Übung (Ü): 3 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 45 h (SU: 2 SWS, Ü: 1 SWS) Eigenstudium: 45 h  Gesamtaufwand: 90 h
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterschiedliche Rechtsgebiete, die beim Bau und Betrieb von technischen Anlagen zu berücksichtigen sind, zu bezeichnen.</li> <li>• sicherheitstechnische Lösungen und Produkte wiederzugeben.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• technische Richtlinien und Verordnungen auseinander zu halten.</li> <li>• Produkte unter ergonomischen Aspekten zu gestalten.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sichere Maschinen und Anlagen zu entwickeln und zu betreiben.</li> <li>• selbstständig technische Dokumentationen wie Risikobeurteilung, Verfahrensanweisungen oder Konformitätserklärung zu erstellen und zu vergleichen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die rechtlichen Grundlagen bei der Planung und dem Bau von Anlagen und Apparaten</li> <li>• Inhalt und Anwendung der EU-Richtlinien zum Bereitstellen von Produkten insbesondere der Maschinenrichtlinie 206/42/EG</li> <li>• Beachtung der nationalen Rechtsvorschriften unter Anwendung von Normen</li> <li>• Konformitätsbewertungsverfahren und Risikoanalyse</li> <li>• Sicherheitsgerechte Produktgestaltung und Ergonomie</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neudörfer, A.: Konstruieren sicherheitsgerechter Produkte. Springer. 2021</li> <li>• Klindt, T. et al.: Die Neue Maschinerichtlinie. Beuth. 2010.</li> <li>• Krey, V.; Kapoor, A.: Praxisleitfaden Produktsicherheitsrecht. Hanser. 2017.</li> <li>• Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, geltende Fassung</li> <li>• Produktsicherheitsgesetz ProdSG, geltende Fassung</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung F2: Sicherheitstechnik im Betrieb</b>	
<b>Zuordnung zum Modul</b>	F
<b>Dozent(in)</b>	Dipl.-Ing. Jens-Christian Voss
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/</b>	Seminaristischer Unterricht (SU) mit Übung (Ü): 3 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 45 h (SU: 2 SWS, Ü: 1 SWS) Eigenstudium: 45 h  Gesamtaufwand: 90 h
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wichtige Regelwerke zu Sicherheitsthemen zu benennen.</li> <li>Überblick über Pflichtenkataloge, Betreiberpflichten, Haftungsrecht und Verantwortlichkeiten zu zeigen.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>auf eine richtige Bedeutung des Arbeitsschutzes hinzuweisen.</li> <li>Methoden zur Bestimmung der Anlagensicherheitstechnik zu gebrauchen.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wichtige technische Dokumentationen gemäß gesetzl. Auflagen zu formulieren und zu überarbeiten.</li> <li>Risikoanalysen und Gefährdungsbeurteilungen aufzubauen und Verbesserungspotenziale vorzuschlagen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p><u>Seminaristischer Unterricht:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Regelwerke</li> <li>Verantwortung der Betreiber</li> <li>Managementsysteme (Aufbau, Erstellung, Verfahrensanweisungen)</li> <li>Arbeitsschutz (Gefährdungsbeurteilung, Arbeitsmittel, Kritikalitätsbewertung, Treffen von Schutzmaßnahmen)</li> <li>Grundzüge des Gefahrstoffrechts (Umgangsvorschriften, Kennzeichnung, Tätigkeitsbewertung)</li> <li>Anlagensicherheit (Störfallverordnung, Risiko-Analyse, Sicherheitsbericht, sicherheitsrelevante Anlagenteile, Verfahrenssicherheit, wichtige Betreiberpflichten und deren Umsetzung)</li> </ul> <p><u>Präsenzübungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Erstellen von Pflichtenkatalogen wichtiger Regelwerke</li> <li>Erstellen wichtiger Dokumentationen gemäß gesetzl. Auflagen</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Richter, B. (Hrsg.): Anlagensicherheit. Hüthig. 2007.</li> <li>Bender, H. F.: Das Gefahrstoffbuch - Sicherer Umgang mit Gefahrstoffen nach REACH und GHS. Wiley-VCH. 2013.</li> <li>Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG, geltende Fassung Betriebssicherheitsverordnung BetrSichV, geltende Fassung</li> </ul>

<b>Modulbezeichnung engl.</b>	<i>Process Control and Automation</i>
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Regel- und Prozessleittechnik (G1) Praktikum Regel- und Prozessleittechnik (G2)
<b>Veranstaltungsturnus</b>	Wintersemester
<b>Modulverantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Matthias Kurze
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Masterstudiengang „Umwelt- und Verfahrenstechnik“, 2. Semester
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studiengangs.
<b>Arbeitsaufwand</b>	G1: 120 h G2: 60 h  Gesamtaufwand: 180 h
<b>Credit Points (CP)</b>	6
<b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b>	Keine
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Ingenieurtechnische Grundlagen aus dem Bachelorstudium: Regelungstechnik (Klassische PID-Regelungen, Reglerentwurf im Laplace- und Frequenzbereich) Gleichzeitiger Besuch von G1 und G2 erforderlich
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<b>Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage,</b> <u>Kenntnisse:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>wesentliche Aspekte der Steuer-, Regel- und Prozessleittechnik zu kennen und zu verstehen.</li> </ul> <u>Fertigkeiten:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>wesentliche Methoden der Steuer-, Regel- und Prozessleittechnik anwenden zu können.</li> </ul> <u>Kompetenzen:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>sachgerecht mit MSR-Spezialisten problemorientiert kommunizieren und gemeinsam Lösungen entwickeln zu können.</li> </ul>
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Schriftliche Prüfung über G1, 90 Minuten; Erfolgreiche Absolvierung des Begleitprojekts als Vorbedingung für schriftliche Prüfung in G1 (Bericht 10-15 Seiten); Prüfungsleistung G2: erfolgreiche Teilnahme am Praktikum

<b>Lehrveranstaltung G1: Regel- und Prozessleittechnik</b>	
<b>Zuordnung zum Modul</b>	G
<b>Dozent(in)</b>	Prof. Dr.-Ing. Matthias Kurze; Dipl.-Ing. (FH) Martin Weng, M.Eng.
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/</b>	Seminaristischer Unterricht (SU) mit Übung (Ü): 4 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 60 h (SU: 3 SWS, Ü: 1 SWS) Eigenstudium: 60 h  Gesamtaufwand: 120 h
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>regelungs- und prozessleittechnische Aspekte in der Verfahrenstechnik überblickend zu benennen.</li> <li>Methoden zur Regelung und Zustandsschätzung verfahrenstechnischer Prozesse zu benennen.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prozesse im Zustandsraum zu beschreiben und zu analysieren.</li> <li>Funktionsweise und Aufbau von Zustandsreglern und Zustandsschätzern zu erläutern.</li> <li>regelungs- und prozessleittechnische Probleme zu erkennen und entsprechend mit Fachleuten kompetent über Probleme bzw. deren Lösungsansätze zu diskutieren.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Methoden zur Lösung regelungstechnischer Problemstellungen zu bewerten und mit Fachleuten zu diskutieren.</li> <li>komplexe Probleme zu strukturieren und Lösungsvorschläge zu bewerten.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prozessbeschreibungen (Zustandsraummodell, stochastische Prozesse) für die moderne Prozessregelung</li> <li>Kurzüberblick: Methoden der numerischen Optimierung</li> <li>Moderne Regelungsmethoden: Zustandsregelung, optimierungsbasierte Regelungen (LQR, MPC)</li> <li>Methoden der Zustandsschätzung: Beobachter/Kalman-Filter</li> <li>PLT-Darstellungen im R&amp;I-Fließbild, PLT-Strukturen, Prozessmesstechnik, Analysenmesstechnik, Stellgerätetechnik, Informations- und Systemtechnik, Aufbau von Prozessleitsystemen, Aufbau von SPS-Steuerungen, -systemen</li> <li>Bussysteme in der Prozessleittechnik</li> </ul> <p><u>Übungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Studienarbeit Regelungstechnik: Semesterbegleitende Entwurfs- und Simulationsprojekte anhand verfahrenstechnischer Beispiele ausarbeiten und Ergebnisse im Rahmen eines Kurzvortrags vorstellen</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer, Overhead bzw. Dokumentenkamera, rechnergestützte Arbeitsplätze und Laboreinrichtung Simulationsprojekte mit Matlab/Simulink (Software verfügbar via HRZ)

- 
- Literatur**
- Lunze, J.: Bände Regelungstechnik 1 und Regelungstechnik 2: Mehrgrößensysteme, digitale Regelung. Springer Vieweg. 2016.
  - Agachi, P. S., Cristea M. V.: Basic Process Engineering Control, deGruyter. 2014.
  - Früh, K. F. et al.: Handbuch der Prozessautomatisierung, DIV, 2017
  - Thieme, M.; Winter, H.: Prozessleittechnik in Chemieanlagen. Europa-Lehrmittel-Verlag. 2015.
  - Schnell, G.; Wiedemann, B.: Bussysteme in der Automatisierungs- und Prozesstechnik. Springer. 2012
  - Wellenreuther, G.; Zastrow, D.: Automatisieren mit SPS – Theorie und Praxis. Springer. 2015.
-

<b>Lehrveranstaltung G2: Praktikum Regel- und Prozessleittechnik</b>	
<b>Zuordnung zum Modul</b>	G
<b>Dozent(in)</b>	Dipl.-Ing. (FH) Martin Weng, M.Eng.
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/</b>	Praktikum (Pr): 2 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 30 h (Pr: 2 SWS) Eigenstudium: 30 h  Gesamtaufwand: 60 h
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>den anlagentechnischen Aufbau einer Technikumsanlage zu skizzieren.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ein kommerzielles Prozessleitsystem zu bedienen.</li> <li>mit gängiger Prozessmesstechnik (mit Stellgeräten) zu experimentieren.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ergebnisse aus der Prozessmesstechnik auf Plausibilität und regeltechnische Richtigkeit hin zu beurteilen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arbeiten an einer im Ausbau befindlichen Technikumsanlage</li> <li>Umgang mit gängiger Prozessmesstechnik, Stellgeräten sowie mit einem kommerziellen Prozessleitsystem</li> <li>Erwerb eines unmittelbaren Eindrucks von Planung, Aufbau, Betrieb und Betreuung der Prozessleittechnik einer verfahrenstechnischen Anlage</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer, Overhead bzw. Dokumentenkamera, rechnergestützte Arbeitsplätze und Laboreinrichtung
<b>Literatur</b>	ABB und Herstellerdokumentation

<b>Modulbezeichnung engl.</b>	<i>Process Modelling and Simulation</i>
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Prozessmodellierung und Simulation
<b>Veranstaltungsturnus</b>	Wintersemester
<b>Modulverantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Marcus Reppich
<b>Dozent(in)</b>	Prof. Dr.-Ing. Marcus Reppich, Prof. Dr.-Ing. Hubert Wittreck, Gastdozenten der TU Brno (Tschechien)
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Masterstudiengang „Umwelt- und Verfahrenstechnik“, 2. Semester
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studiengangs.
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden</b>	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 4 SWS Studienarbeiten (StA)
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 60 h (SU, TA: 2 SWS; PC gestützte TA: 2 SWS) Eigenstudium: 120 h  Gesamtaufwand: 180 h
<b>Credit Points (CP)</b>	6
<b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b>	Keine
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Beschreibung des Phasengleichgewichts fluider Gemische, Beherrschung der Berechnungsmethoden zur Dimensionierung thermischer und energietechnischer Apparate, Kennzeichnung von Partikeln und Haufwerken, Kenntnis der Zerkleinerungsmaschinen
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<b>Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage,</b> <u>Kenntnisse:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den elementaren Aufbau von Prozesssimulationen zu beschreiben.</li> <li>• wichtige Begriffe und Gleichungen, die der Prozessmodellierung und -simulation zugrunde liegen, zu benennen.</li> <li>• Voraussetzungen zum Lösen von verfahrens- und energietechnischen Problemen mithilfe von industrieeüblichen Softwareprodukten wiederzugeben.</li> </ul> <u>Fertigkeiten:</u>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterschiedliche Stoffdatenmodelle auszuwählen.</li> <li>• geeignete Rand- und Anfangsbedingungen für die Prozessmodellierung und -simulation zu bestimmen.</li> <li>• Methoden der Prozessmodellierung in Simulationswerkzeugen zu differenzieren.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apparate und Prozesse anhand von Versuchen zu modellieren, nachzurechnen und zu optimieren.</li> <li>• Simulationsergebnisse und Anlagenfließbilder zu dokumentieren.</li> <li>• Simulationsergebnisse zu transferieren und zu bewerten.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<p><u>Workshop:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompakter Einführungskurs in die Softwareprodukte CHEMCAD und/oder EBSILON (teilweise englischsprachig)</li> </ul> <p><u>Seminaristischer Unterricht:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung der theoretischen Grundlagen im Anwendungsbereich der Software</li> <li>• Einführung in kommerzielle Prozesssimulationsprogramme und Modellierungswerkzeuge</li> </ul> <p><u>Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung von Versuchen, Versuchsauswertung, Darstellung der Versuchsergebnisse und Modellierung der Apparate und Anlagen</li> <li>• Selbstständiges Lösen verschiedener Probleme der thermischen Verfahrenstechnik oder der Energietechnik in studentischen Kleingruppen</li> <li>• Auswahl von Stoffdatenmodellen</li> <li>• Umsetzen von Methoden der Prozessmodellierung in Simulationswerkzeugen, Fallstudien</li> <li>• Dokumentation von Simulationsergebnissen und Anlagenfließbildern, Einschätzung und Bewertung der Ergebnisse.</li> </ul>
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	2 Studienarbeiten, jeweils max. 25 Seiten
<b>Medienformen</b>	Präsentation mit Laptop/Beamer, digitale Lehr- und Lernformen, Overhead bzw. Dokumentenkamera und rechnergestützte Arbeitsplätze
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Benutzerhandbuch PMP (Particulate Material Processing).</li> <li>• CHEMCAD User Guide.</li> </ul>



<b>Modulbezeichnung engl.</b>	<i>Key Skills</i>
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Onboarding / Studieneingangswoche (I1) Führungs- und interkulturelle Kompetenz (I2) Wissenschaftliches Arbeiten und Publizieren (I3)
<b>Veranstaltungsturnus</b>	Wintersemester
<b>Modulverantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Marcus Reppich
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Masterstudiengang „Umwelt- und Verfahrenstechnik“, 1. Semester
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studienganges.
<b>Arbeitsaufwand</b>	I1: 30 h I2: 120 h I3: 30 h  Gesamtaufwand: 180 h
<b>Credit Points (CP)</b>	6
<b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b>	Keine
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Keine
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	I1: Erfolgreiche Teilnahme an Studieneingangswoche („Onboarding“); I2: Referat, 20 Minuten; Ablieferung einer mind. 10 Seiten umfassenden Studienarbeit; I3: Ablieferung einer mind. 5 Seiten umfassenden Studienarbeit

<b>Lehrveranstaltung I1: Onboarding</b>	
<b>Zuordnung zum Modul</b>	I
<b>Dozent(in)</b>	Prof. Dr.-Ing. Marcus Reppich; Dr. phil. Anja Haberer; Dipl.-Ing. (FH), Dipl.-Oec. Dietmar Braunmiller
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden</b>	Seminar (S): 1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 30 h (S: 1 SWS) als Blockwoche in der 1. Semesterwoche  Gesamtaufwand: 30 h
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung besucht haben,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sich gegenseitig zu kennen.</li> <li>• den Studiengang mit seinen Wahlmöglichkeiten und Lehrveranstaltungen zu kennen.</li> <li>• die Studien- und Prüfungsordnung zu kennen.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ihr Studium zu strukturieren.</li> <li>• in Groß- und Kleingruppen erfolgreich und konstruktiv zusammen zu arbeiten.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ingenieurwissenschaftliche Berichte und Studien zu verfassen.</li> <li>• den Studiengang erfolgreich zu studieren</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenseitiges Kennenlernen und Teambuilding</li> <li>• Detaillierte Vorstellung des Studiengangs mit seinen Wahlmöglichkeiten und Lehrveranstaltungen...</li> <li>• Planung und Strukturierung von Prozesse, u. a. des eigenen Masterstudiums...</li> <li>• Schreiben und Formulieren in den Ingenieurwissenschaften</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript, Tablet, Video
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grüning, C.: Garantiert erfolgreich lernen. mvg Verlag. 2019.</li> <li>• Messing, B.: Das Studium: Vom Start zum Ziel. Springer. 2012.</li> <li>• Papst-Weinschenk, M.: Reden im Studium. pabst press. 2009.</li> </ul>

<b>Lehrveranstaltung I2: Führungs- und interkulturelle Kompetenz</b>	
<b>Zuordnung zum Modul</b>	I
<b>Dozent(in)</b>	Prof. Dr. rer. pol. Erika Regnet, Dipl.-Ing. Bertram Brenner
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden</b>	Seminar (S): 1 SWS Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 30 h (S: 1 SWS, TA: 1 SWS) Eigenstudium: 30 h  Gesamtaufwand: 120 h
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationshindernisse zu erkennen.</li> <li>• Wissen über Führungsstile zu generieren.</li> <li>• Grundlagen der Motivation zu benennen.</li> <li>• Führen mit Zielen zu skizzieren.</li> <li>• Grundlagen einer gelungenen Präsentation und Moderation aufzuführen.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitarbeiter zielorientiert einzusetzen und führen.</li> <li>• Gespräche mit Mitarbeitern wertschätzend und ergebnisorientiert zu führen.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• effiziente Planungs- und Arbeitstechniken für unterschiedliche Anforderungsprofile zu kombinieren.</li> <li>• in interkulturellen Teams zu arbeiten.</li> <li>• Führungskompetenz und Gesprächsführungskompetenz aufzubauen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Führung von Mitarbeitern</li> <li>• Führung im hierarchischen Kontext</li> <li>• Führungsstile und ihre Auswirkungen</li> <li>• Übersicht über zentrale Forschungsergebnisse</li> <li>• Grundlagen der Motivation</li> <li>• Intrinsische und extrinsische Motivation</li> <li>• Umgang mit Low-Performern</li> <li>• Kommunikation – Das Gespräch mit dem Mitarbeiter</li> <li>• Führen mit Zielen</li> <li>• Das regelmäßige Zielvereinbarungsgespräch</li> <li>• Anerkennung und Kritik</li> <li>• Feedback zum eigenen Führungsverhalten durch Mitarbeitergespräch, Teamtraining, Vorgesetztenbeurteilung, Mitarbeiterbefragung</li> <li>• Teammanagement international</li> <li>• Verhandlungen in interkulturellen Kontexten</li> <li>• Interkulturelles Krisenmanagement</li> <li>• Diversity-Management</li> <li>• Projektmanagement</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript, Tablet

- 
- Literatur**
- Bröckermann, R.: Führungskompetenz. Stuttgart 2011.
  - Buckingham, M. & Coffman, C.: Erfolgreiche Führung gegen alle Regeln. Wie Sie wertvolle Mitarbeiter gewinnen, halten und fördern. 4. Aufl. Frankfurt/New York 2012.
  - Domsch, M.; Regnet, E.; Rosenstiel, L. v. (Hrsg.): Führung von Mitarbeitern - Fallstudien zum Personalmanagement. 3. Aufl. Stuttgart 2012.
  - Regnet, E.: Konflikt und Kooperation. Göttingen 2007.
  - Rosenstiel, L. v.; Regnet, E.; Domsch, M. (Hrsg.): Führung von Mitarbeitern - Handbuch. 7. Aufl. Stuttgart 2014.
  - Rosenstiel, L. v.: Motivation managen. Psychologische Erkenntnisse ganz praxisnah. Weinheim und Basel 2003.
  - Pitcher, P.: Das Führungsdrama. Künstler, Handwerker und Technokraten im Management. 3. Aufl. Stuttgart 2008.
  - Weibler, J.: Personalführung. 2. Aufl. München 2012.
-

<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>I3: Wissenschaftliches Arbeiten und Publizieren</b>
<b>Zuordnung zum Modul</b>	I
<b>Dozent(in)</b>	Dipl.-Päd. Gabriele Schwarz
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden</b>	Seminaristischer Unterricht (SU): 1 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 15 h (SU: 1 SWS) Eigenstudium: 15 h  Gesamtaufwand: 30 h
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<b>Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung besucht haben, sind sie in der Lage,</b> <u>Kenntnisse:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgehensweisen zum wissenschaftlichen Arbeiten wiederzugeben.</li> </ul> <u>Fertigkeiten:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitstechniken zum wissenschaftlichen Arbeiten auszuwählen.</li> </ul> <u>Kompetenzen:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selbstständig Arbeitsergebnisse auf wissenschaftlicher Grundlage zu sammeln, gliedern, bewerten und dokumentieren.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftliches Recherchieren</li> <li>• Wissenschaftliches Dokumentieren</li> <li>• Wissenschaftliches Präsentieren</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Präsentation mit Laptop/Beamer, Skript, Tablet
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stickel-Wolf, C.; Wolf, C.: Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken. Erfolgreich studieren – gewusst wie! 9. Aufl. Springer Gabler. 2019.</li> <li>• Standop, E.; Meyer, M.: Die Form der wissenschaftlichen Arbeit. Quelle und Meyer. 18. Aufl. 2008.</li> <li>• Stry, J.; Kretschmer, H.: Umgang mit wissenschaftlicher Literatur. Wiss. Buchgesellschaft. 1999.</li> </ul>

<b>Modulbezeichnung engl.</b>	<i>Economics and Management</i>
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Betriebs- und Volkswirtschaft (K1) Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement (K2)
<b>Veranstaltungsturnus</b>	Wintersemester
<b>Modulverantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Rommel
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Masterstudiengang „Umwelt- und Verfahrenstechnik“, 2. Semester
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studiengangs.
<b>Arbeitsaufwand</b>	K1: 90 h K2: 90 h  Gesamtaufwand: 180 h
<b>Credit Points (CP)</b>	6
<b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b>	Keine
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	keine
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Kenntnisse im Themenfeld Nachhaltigkeit in den Dimensionen Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft zu haben</li> <li>• die Zusammenhänge zwischen Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft zu erkennen.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende betriebswirtschaftliche und volkswirtschaftliche Methoden unter Einbeziehung der Umweltbewertung bei aktuellen Fragestellungen im Unternehmen und in der Unternehmensführung anwenden zu können.</li> <li>• in Kenntnis der gesamtwirtschaftlichen und ökologischen Situation geeignete Maßnahmen für das Unternehmen abzuleiten und auszuarbeiten.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösungsansätze für Nachhaltigkeitsansätze unter Beachtung der gesamtwirtschaftlichen Situation für das Unternehmen eigenständig zu entwickeln</li> </ul>
<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Gemeinsame schriftliche Prüfung, 90 Minuten

<b>Lehrveranstaltung K1: Betriebs- und Volkswirtschaft</b>	
<b>Zuordnung zum Modul</b>	K
<b>Dozent(in)</b>	Prof. Dipl.-Ing. Richard Kutenreich, MBA und Gast-Dozent(inn)en aus der Wirtschaft
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/</b>	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA) mit Fallbeispielen aus der Praxis (Ü): 3 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 30 h (SU, TA, Ü: 3 SWS) Eigenstudium: 60 h  Gesamtaufwand: 90 h
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<p><b>Nachdem Studierende die Lehrveranstaltung besucht haben, sind sie in der Lage,</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>betriebs- und volkswirtschaftliche Fragestellungen zu erkennen und aufzuzeigen.</li> <li>die praktische Anwendung betriebswirtschaftlicher Rechenmethoden zu kennen.</li> <li>gesamtwirtschaftliche Zusammenhänge und mögliche Auswirkungen auf den Unternehmenserfolg zu beschreiben.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>grundlegende betriebswirtschaftliche und volkswirtschaftliche Methoden bei aktuellen Fragestellungen im Unternehmen und in der Unternehmensführung anwenden zu können.</li> <li>in Kenntnis der gesamtwirtschaftlichen Situation geeignete Maßnahmen für das Unternehmen abzuleiten und auszuarbeiten.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Betriebs- und volkswirtschaftliche Zusammenhänge zu erkennen und einzuordnen.</li> <li>Lösungsansätze für betriebs- und volkswirtschaftliche Problemfelder unter Beachtung der gesamtwirtschaftlichen Situation für das Unternehmen eigenständig zu entwickeln.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau von Unternehmen (Organisation, Rechtsformen, etc.)</li> <li>Grundlagen des Controllings, Finanz- und Rechnungswesens</li> <li>Betriebswirtschaftliche Rechenmethoden mit Fallbeispielen</li> <li>Wirtschaftsordnungen, Ökonomische Prinzipien</li> <li>Faktorenmärkte: Arbeit, Boden und Kapital</li> <li>Makroökonomie: Wirtschaftswachstum, Weltwirtschaft und Konjunkturzyklen</li> <li>Mikroökonomie: Angebot, Nachfrage und Produktmärkte</li> <li>Angewandte Mikroökonomie: Internationaler Handel, Staat und Umwelt, Arbeitslosigkeit, Inflation, Preispolitik</li> <li>Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, das Bruttosozialprodukt</li> <li>Sozialökonomie: Wechselwirkung von Wirtschaft und Gesellschaft</li> <li>Innerbetriebliche Zusammenhänge eines Unternehmens (BWL) werden in gesamtwirtschaftlichen Zusammenhängen (VWL) diskutiert.</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Präsentation mit Laptop, Overhead, Multimedia LearningSpace im www, Onlinematerial mit Fallbeispielen aus der Praxis.

- 
- Literatur**
- Wöhe, G.: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 27. Aufl. Verlag Vahlen, Franz. 2020.
  - Engelkamp, P.; Sell, F. L.; Sauer, B.: Einführung in die Volkswirtschaftslehre. 8. Aufl. Springer Gabler. 2020.
  - Samuelson, P. A.; Nordhaus, W. D.: Volkswirtschaftslehre. Verlag FinanzBuch. 2016.
  - Schmid, D.; Baumann, A. et al.: Produktionsorganisation mit Qualitätsmanagement und Produktpolitik. Europa Lehrmittel. 11. Aufl. Verlag Europa Lehrmittel. 2019.
-



<b>Lehrveranstaltung K2: Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement</b>	
<b>Zuordnung zum Modul</b>	K
<b>Dozent(in)</b>	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Rommel, Dipl.-Ing. (FH), Dipl.-Oec. Dietmar Braunmiller
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden/</b>	Seminaristischer Unterricht (SU), Teilnehmeraktive Lehrveranstaltung (TA): 3 SWS
<b>Arbeitsaufwand</b>	Präsenzunterricht: 45 h (SU, TA: 3 SWS) Eigenstudium: 45 h  Gesamtaufwand: 90 h
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Allgemeine Kenntnisse im Umweltrecht sowie Grundkenntnisse in Ökologie und Ökobilanzierung, Abfallwirtschaft, Luftreinhaltung und Immissionsschutz, Wasser- und Abwassertechnik; Betriebswirtschaftliche Grundkenntnisse;
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<b>Nachdem Studierende das Modul besucht haben, sind sie in der Lage,</b> <u>Kenntnisse:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den aktuellen Stand der Nachhaltigkeitsdiskussion zu kennen.</li> <li>• Zusammenhänge zwischen Ökologie, Ökonomie und Nachhaltigkeit benennen zu können.</li> <li>• Zusammenhänge zwischen Managementsystemen wiederzugeben.</li> </ul> <u>Fertigkeiten:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Methoden des Nachhaltigkeitsmanagements anzuwenden.</li> </ul> <u>Kompetenzen:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Probleme im Zusammenhang mit nachhaltiger Entwicklung zu diskutieren und Lösungsvorschläge zu erarbeiten.</li> <li>• Nachhaltigkeitskriterien formulieren und beurteilen zu können</li> <li>• Ökobilanzen durchzuführen.</li> </ul>
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökologie, Ökonomie und Nachhaltigkeit</li> <li>• Rechtsvorschriften und betriebliche Umweltpolitik</li> <li>• Umweltmanagement-System nach DIN EN ISO 14001 oder EMAS</li> <li>• Umweltprüfung und -aspekte</li> <li>• Umweltinformationen und -berichte</li> <li>• Umweltaudits und Zertifizierungen</li> <li>• Ökobilanzen</li> <li>• Ressourceneffizienz</li> <li>• Vorgehen beim Einführen eines betrieblichen Umweltmanagement-Systems (EMAS bzw. ISO 14000)</li> <li>• Entwicklung eines betrieblichen Umweltprogramms</li> <li>• Datenerhebung für Stoff- und Energiebilanzen</li> <li>• Aufstellen einer betriebliche Input-/Outputbilanz</li> <li>• Erstellen eines Umweltberichtes</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelvortrag, Präsentation mit Laptop/Beamer, Overhead bzw. Dokumentenkamera, Onlinematerial und rechnergestützte Arbeitsplätze

- 
- Literatur**
- Förtsch, G.; Meinholz, H.: Handbuch Betriebliches Umweltmanagement. Springer Spektrum. Wiesbaden 2014.
  - Engelfried, J.: Nachhaltiges Umweltmanagement. Oldenbourg Wissenschaftsverlag. 2011.
  - Förtsch, G., Meinholz, H.: Handbuch Betriebliches Umweltmanagement. Vieweg + Teubner.
  - Dyckhoff, H.: Umweltmanagement. Springer. Berlin-Heidelberg-New York 2000.
  - Müller-Christ, G.: Umweltmanagement. Vahlen. München 2001.
  - Klöpffer, W.; Grahl, B.: Ökobilanz (LCA). Verlag Wiley-VCH. Weinheim 2009.
  - Diverse ISO-Normen
-

**Modul****L: Masterarbeit**

<b>Modulbezeichnung engl.</b>	<i>Master Thesis</i>
<b>Lehrveranstaltungen</b>	Masterarbeit (L1) Masterkolloquium (L2)
<b>Veranstaltungsturnus</b>	Sommer- und Wintersemester
<b>Modulverantwortlich</b>	Prof. Dr.-Ing. Marcus Reppich
<b>Dozent(in)</b>	Dozenten der Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik. Mindestens eine(r) der Prüfer(innen) muss Professor(in) an der genannten Fakultät der Technischen Hochschule Augsburg sein.
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch
<b>Zuordnung zum Curriculum</b>	Masterstudiengang „Umwelt- und Verfahrenstechnik“, 3. Semester
<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Das Modul ist ein Pflichtmodul und zentraler Bestandteil des Studiengangs.
<b>Lehr- und Lernform/ Semesterwochenstunden</b>	Masterarbeit Masterkolloquium
<b>Arbeitsaufwand</b>	Masterarbeit: 870 h (in zusammenhängender, ausschließlicher Bearbeitung binnen sechs Monaten abschließbar) Masterkolloquium: 30 h  Gesamtaufwand: 900 h
<b>Credit Points (CP)</b>	30
<b>Voraussetzungen nach Prüfungsordnung</b>	Die Ausgabe des Themas der Masterarbeit erfolgt in der Regel zu Beginn des 3. Studiensemesters. Die Zulassungsvoraussetzungen lt. Studien- und Prüfungsordnung sind zu beachten!
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Keine
<b>Angestrebte Lernergebnisse</b>	<b>Nachdem Studierende die Abschlussarbeit absolviert haben, sind sie in der Lage</b> , ein komplexes praxisbezogenes Thema aus dem Gebiet der Umwelt- und Verfahrenstechnik selbstständig auf wissenschaftlicher Grundlage methodisch zu bearbeiten und den Lösungsweg sowie die Ergebnisse zu dokumentieren.
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Analyse der Aufgabenstellung</li><li>• Verfassen eines Exposés</li><li>• Ermitteln der Arbeitsschritte</li><li>• Strukturieren der Arbeitspakete</li><li>• Kontrolle des Arbeitsfortschritts</li><li>• Wissenschaftliches Arbeiten mit Informationsquellen</li><li>• Strukturieren von Dokumentationen</li></ul>

<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Schriftliche, wissenschaftlich fundierte Abschlusspublikation; Referat, 20 Minuten
<b>Medienformen</b>	Themen- bzw. projektabhängig
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anleitung zur Anfertigung der Masterarbeit im Masterstudiengang Umwelt- und Verfahrenstechnik (vgl. Studiengangs-Website: Studienrelevante Downloads).</li> <li>• Kornmeier, M.: Wissenschaftlich schreiben leicht gemacht. UTB. Stuttgart 2011.</li> <li>• Balzert, H.; Schäfer, C.; Schröder, M.; Kern, U.: Wissenschaftliches Arbeiten - Wissenschaft, Quellen, Artefakte, Organisation, Präsentation. W3L, 2008.</li> <li>• Stickel-Wolf, C.; Wolf, C.: Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken. Erfolgreich studieren – gewusst wie! Springer Gabler. 2022.</li> <li>• Wird vom / von der jeweiligen Betreuer(in) bekannt gegeben</li> <li>• Entsprechend der Aufgabenstellung eigenständig ausgewählt.</li> </ul>