

**Bitte beachten Sie eventuelle Änderungen der Prüfungsformen einzelner Module im Sommersemester 2020! Änderungen werden über die jeweiligen Studiendekanate bekannt gegeben bzw. als Aushang veröffentlicht!**

Hochschule Ravensburg-Weingarten Postfach 30 22, 88216 Weingarten



# Modulhandbuch Umwelt- und Verfahrenstechnik (Master)

Bei der Gestaltung eines Studiengangs wird zusätzlich zu Studien- und Prüfungsordnungen ein Modulhandbuch erstellt, das eine inhaltliche Beschreibung der Module und die zu erwerbenden Kompetenzen enthält. Module können verpflichtend oder Teil des Wahlbereiches sein. Jedes Modul wird mit einer Modulabschlussprüfung abgeschlossen und mit einer bestimmten Anzahl an Kreditpunkten versehen. Studiengänge und damit auch Module sind konsequent von den zu erreichenden Qualifikationszielen (Learning Outcomes) her konzipiert.

In den Feldern

- Wissen und Verstehen,
- Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen,
- Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität und
- Kommunikation und Kooperation

werden Kompetenzen im Verlauf des Studiums im jeweiligen fachspezifischen Kontext erworben. Dabei werden nicht alle Kompetenzen oder deren Ausprägungen in jedem Modul erworben; relevant ist, dass am Ende des Studiums die Studierenden alle Kompetenzen erworben haben.

Basis hierfür ist der Qualifikationsrahmen für Deutsche Hochschulabschlüsse (HQR) und die Musterrechtsverordnung gemäß Artikel 4 Absätze 1 – 4 des Studienakkreditierungsstaatsvertrag der Kultusministerkonferenz.



**Master-Ebene**

# Studiengangsziele

Absolventen des Studiengangs kennen technische Verfahren und Apparate zur Behandlung und Umwandlung von Stoffen und sind in der Lage, diese zu entwickeln und zu betreiben. Die gängigen umwelttechnischen Analyseverfahren sind ihnen vertraut, sie können diese anwenden und weiterentwickeln.

Das Curriculum ist so angelegt, dass interdisziplinäres Denken gefördert wird.

Die Modulinhalte sind miteinander verknüpft und schärfen den Blick für angrenzende Fachgebiete.

Der Master-Studierende löst vor allem in den Modulen 2 (Innovationsmanagement in der Verfahrenstechnik) und im Modul 7 (Projekt) Problemstellungen fachübergreifend.

Absolventen übernehmen neben der Bearbeitung komplexer Fachprobleme erste Führungsaufgaben im industriellen Umfeld, insbesondere in entwicklungsnahe Fragestellungen.

Sie beherrschen zeitgemäße Führungs- und Organisationsmethoden.

Während des Studiums haben sie ihr Fachwissen so weit vertieft, dass aufbauende Forschungsarbeiten und eine weitere wissenschaftliche Qualifikation möglich sind.

# Inhalt Module

Masterstudium

1 Bioverfahrenstechnik
2 Anlagenprojektierung
3 Verfahrensentwicklung
4a Thermische Verfahrenstechnik
4b Mechanische Verfahrenstechnik
5 Nachhaltigkeit
6 Projektarbeit
7 Umweltanalytik
8 Elektrochemische Energietechnik
9 Technologie Praktikum
10a Chemische Verfahren
10b Strahlungsmesstechnik
11 Energietechnik
12 Thesis

# Modul: 1 Bioverfahrenstechnik

Studiengang:	Umwelt- und Verfahrenstechnik (Master)
Abschlussgrad:	Master of Engineering (M.Eng.)
Modulnummer:	01
Modultitel:	1 Bioverfahrenstechnik
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr. rer. nat. Wolfgang Speckle
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen und Methoden der Molekularbiologie und der Gentechnologie</li> <li>- Bedeutung der Mikroorganismen für Mensch und Umwelt</li> <li>- Einführung in die Mikro- und Zellbiologie (Strukturen, Eigenschaften, Vielfalt, Anwendungen)</li> <li>- Biotechnologische Verfahren Bioreaktoren, Sterilisation, Steriltechnik, ..)</li> <li>- Stoffbilanzen, Modellbildung und Simulation</li> <li>- Kinetik von Wachstum und Produktbildung, Betriebsmodi, Prozessintegration</li> <li>- Bioaufbereitung, Altlastsanierung</li> <li>- Biogas, Biokraftstoffe</li> <li>- Rückgewinnung von Lösungsmitteln</li> <li>- Automatisierungskonzepte</li> <li>- Biosicherheit, Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit, Ethik</li> </ul>
Veranstaltungen:	Grundlagen der Molekular- und Mikrobiologie Bioverfahrenstechnik
Lehr- und Lernformen:	Vorlesung und Übungen
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Grundwissen in Biologie und Chemie
Verwendbarkeit des Moduls:	Umwelt- und Verfahrenstechnik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Klausur 90 Minuten
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	150h
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Wintersemester
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuchs, Allgemeine Mikrobiologie, 10. Auflage, 2017, Thieme Verlag</li> <li>• Brock, Mikrobiologie, 11. Auflage, 2009, Pearson Studium</li> <li>• Watson, Molekularbiologie, 6. Auflage, 2011, Pearson Studium</li> </ul>
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen

## Wissen und Verstehen

Absolventinnen und Absolventen haben ihr Wissen auf folgenden Gebieten erweitert und können dieses Wissen auch wiedergeben: - Mikrobiologie und Gentechnik. Absolventinnen und Absolventen haben ihr bereits vorhandenes Wissen in folgenden Gebieten vertieft und können die entsprechenden Fachinhalte nicht nur wiedergeben, sondern auch erklären. Sie verstehen die Hintergründe, das Warum und Weshalb: - Aktuelle Bioprozess- und Aufarbeitungstechniken.

Schwerpunkt:

Vertiefung einzelner Bestandteile des Wissens

## Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Absolventinnen und Absolventen können das Wissen aus folgenden Themenbereichen praktisch anwenden: - Grundelemente von Bioprozessen Prozesskonzepten. Absolventinnen und Absolventen können ihr Wissen nicht nur anwenden und das Anwendungsverfahren und /oder Anwendungsergebnis beurteilen, sie können darüber hinaus auch eigenständig weiterführende Fragestellungen in folgenden Bereichen entwickeln: - Umsetzung ihres anwendungsorientierten Fachwissens in der Arbeit als Fachleute für Umwelt- und Verfahrenstechnik, sowie in der Planung und Auswertung von Bioprozessen und Prozesskonzepten.

Schwerpunkt:

Wissenschaftliche Innovation

## Kommunikation und Kooperation

### Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

Absolventinnen und Absolventen haben im Laufe ihres Studiums nicht nur ein Wissens- und Verstehensniveau erreicht, das sie befähigt, komplexere Zusammenhänge zu analysieren und darauf aufbauend wissenschaftliche oder praxisbezogene Fragestellungen selbständig zu identifizieren / zu entdecken. Sie können auch Problemlösungen für folgende komplexe Fragestellungen entwickeln und so einen Beitrag für die Weiterentwicklung von Wissenschaft /Gesellschaft /Praxis leisten: - Einsatz von Sicherheitsanalysen und -konzepten sowie von ökologischen und ökonomischen Beurteilungskriterien als integrale Bestandteile der Verfahrensentwicklung und Produktion.

Absolventinnen und Absolventen haben durch die Teilnahme an den Lehrveranstaltungen des Moduls ihre eigenen Wertvorstellungen und Wertpräferenzen in Bezug auf folgende Themenbereiche geklärt: - Biosicherheit, Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit, Ethik.

## Modul: 2 Anlagenprojektierung

Studiengang:	Umwelt- und Verfahrenstechnik (Master)
Abschlussgrad:	Master of Engineering (M.Eng.)
Modulnummer:	02
Modultitel:	2 Anlagenprojektierung
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Uwe Behrendt
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Technische Planung verfahrenstechnischer Anlagen</li><li>• Betriebswirtschaftliche Planung</li><li>• Genehmigungsplanung</li><li>• Vertragsmanagement</li><li>• Montage und Inbetriebnahme</li><li>• Projektmanagement im Anlagenbau</li></ul>
Veranstaltungen:	Anlagenprojektierung
Lehr- und Lernformen:	Vorlesung, Fachreferate, Übungen
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Keine, die über die Studienzulassung hinausgehen.
Verwendbarkeit des Moduls:	Umwelt- und Verfahrenstechnik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Klausur 90 Minuten
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	150 h = 5 ECTS
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Wintersemester
Literatur:	
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen

## Wissen und Verstehen

Absolventinnen und Absolventen haben ihr bereits vorhandenes Wissen in folgenden Gebieten vertieft und können die entsprechenden Fachinhalte nicht nur wiedergeben, sondern auch erklären. Sie verstehen die Hintergründe, das Warum und Weshalb:

- Vorgehensweise und Ablauf der Technische Planung verfahrenstechnischer Anlagen
- Methoden zur Abschätzung und Bewertung von Anlagenprojekten
- Gesetzliche Grundlagen und Ablauf der Genehmigungsplanung
- Arten und Inhalt von Verträgen im Anlagenbau
- Vorbereitung und Durchführung der Inbetriebnahme
- Spezielle Aspekte des Projektmanagements für den Anlagenbau

### Schwerpunkt:

Vertiefung einzelner Bestandteile des Wissens

## Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Absolventinnen und Absolventen haben ihre Fähigkeit und Bereitschaft zur aktiven Teilnahme am eigenen Lernen auf folgender Art und Weise erhöht:

- Selbstständiges Recherchieren und Aufbereitung von aktuellen Fragestellungen des Anlagenbaus.

### Schwerpunkt:

Nutzung und Transfer

## Kommunikation und Kooperation

Absolventinnen und Absolventen können sich sprachlich effektiv austauschen. Sie haben durch die Belegung des Moduls ihre Kommunikationsfähigkeiten in folgenden Bereichen (fachlich/ allgemein/Fremdsprache) verbessert:

- Sachgerechte Verwendung von Fachbegriffen des Anlagenbaus.
- Verständliche Darstellung komplexer Sachverhalte des Anlagenbaus.

## Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

Absolventinnen und Absolventen können nicht nur mit einfachen sondern auch mit folgenden komplexen Sachverhalten umgehen und entsprechend handeln:

- Studierende können sich in Anlagenprojekten schnell orientieren und zielgerichtet mitarbeiten.

## Modul: 3 Verfahrensentwicklung

Studiengang:	Umwelt- und Verfahrenstechnik (Master)
Abschlussgrad:	Master of Engineering (M.Eng.)
Modulnummer:	03
Modultitel:	3 Verfahrensentwicklung
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr. Dieter Schwechten
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	<p>1. Methoden der Ideenfindung (Heuristik)  Dies ist ein Teilgebiet des Innovationsmanagements in Unternehmen und setzt kreatives Denken der Mitarbeiter voraus. Zunächst müssen optimale Bedingungen dafür geschaffen werden, dann müssen Kreativsitzungen formell richtig durchgeführt werden, damit man zu positiven Ergebnissen kommt. Unter der großen Zahl von kreativen Methoden werden genau die ausgewählt und vorgestellt, die für Ingenieure schnell erlernbar sind, wenig Zeit benötigen und nicht unbedingt einen professionellen Coach brauchen. Anhand von Beispielen werden die Methoden vertieft. Auf diese Weise lernen Studierende, welche Methode für welchen Zweck/ für welches Ziel geeignet ist. Sie können sie auswählen und wissen, wie eine Kreativsitzung durchzuführen ist. Die Bewertung von kreativen Lösungen ist ein ebenso wichtiger, aber nachfolgender Schritt im Innovationsprozess. Hier wird die einfache aber leistungsfähige und vielseitig anwendbare Methode des S- Diagramms vorgestellt.</p> <p>2. Statistische Versuchsplanung (DoE)  Die Versuchsplanung ist eine sehr leistungsfähige statistisch basierte Methode der Versuchsdurchführung, besonders vorteilhaft bei vielen Untersuchungsparametern (3-10). Die Versuchszahl wird gegenüber konventioneller Versuchstechnik deutlich reduziert. Die Statistik ermöglicht tragfähige, statistisch abgesicherte Ergebnisse. Man erhält eine polynomische Modellgleichung, die die Vorausberechnung von Ergebnissen (Mittelwert mit Vertrauensbereich) bei geforderter Sicherheit S ermöglicht. Es werden unterschiedliche Versuchspläne mit ihren Vor- und Nachteilen vorgestellt, so dass Studierende auswählen können. Sie bekommen eine Einführung in ein englischsprachiges Softwareprogramm, das in der Industrie sehr weit verbreitet ist (Lizenzen auf HTWG-Rechnern) und lernen den Umgang mit der Software zunächst an Hörsaalübungen, dann anhand eines eigenen, selbst gewählten DoE-Projektes (max. 2 Studierende im Team). Die Studierenden sind danach in der Lage beliebige eigene DoE-Projekte durchzuführen.</p>
Veranstaltungen:	Methoden der Verfahrensentwicklung
Lehr- und Lernformen:	Vorlesung, Übungen, Coaching von Teams nach Terminvereinbarung für DoE
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Grundlagen der Statistik
Verwendbarkeit des Moduls:	Umwelt- und Verfahrenstechnik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Klausur, 60 Minuten (K60) + DoE-Projektbericht (B). Die Modulnote setzt sich aus 2/3 Klausur und 1/3 Bericht zusammen.
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	150 h (4 SWS = 45 h Vorlesung, 105 h Selbststudium)
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Sommersemester
Literatur:	
Anwesenheitspflicht:	nein



# Kompetenzdimensionen

## Wissen und Verstehen

Schwerpunkt:

Vertiefung einzelner Bestandteile des Wissens

## Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Absolventinnen und Absolventen können das Wissen aus folgenden Themenbereichen praktisch anwenden: - DoE, mit etwas Übung auch Ideenfindung haben durch die Belegung des Moduls auf folgende Art und Weise ihre Fähigkeit verbessert und ihre Bereitschaft erhöht, Informationen aufzunehmen und bei der Lösung von Problemen zu berücksichtigen: - Ideenfindung.

Schwerpunkt:

Nutzung und Transfer

## Kommunikation und Kooperation

## Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

Absolventinnen und Absolventen haben im Laufe ihres Studiums bereits ein Wissens- und Verstehensniveau erreicht, das sie befähigt, nicht nur einfache sondern auch komplexere Zusammenhänge zu analysieren. Sie können darauf aufbauend wissenschaftliche oder praxisbezogene Fragestellungen in folgenden Fachgebieten selbständig identifizieren/entdecken: DoE, Versuche planen, Optimierung von großen Prozessanlagen.

# Modul: 4a Thermische Verfahrenstechnik

Studiengang:	Umwelt- und Verfahrenstechnik (Master)
Abschlussgrad:	Master of Engineering (M.Eng.)
Modulnummer:	04
Modultitel:	4a Thermische Verfahrenstechnik
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Werner Hofacker
Art des Moduls:	Wahlpflicht
Inhalt des Moduls:	Thermisches Verhalten von homogenen und heterogenen Stoffmischungen. Phasenwechsel solcher Mischungen, Siede- und Erstarrungsverhalten, Stabilität von Einzelphasen, Energiebetrachtungen Vermittlung und Vertiefung von Ansätzen der Thermischen Verfahrenstechnik auf der Grundlage der Wärmeübertragung und des Stofftransportes, der Thermodynamik der Gemische und der Beschreibung der Verfahren und Apparate der Thermischen Verfahrens- und Trenntechnik. Insbesondere Werden behandelt: Verfahren der Stofftrennung durch Trocknung, Verdampfung, Destillation, Rektifikation.
Veranstaltungen:	Spezielle Aspekte der thermischen Verfahrenstechnik
Lehr- und Lernformen:	Vorlesung, Übung
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Grundlagen der Thermodynamik (1., 2. Hauptsatz, Thermisches Verhalten der Materie) Wärmeübertragung und Stofftransport (Leitung, Konvektion, Strahlung), entsprechende Simulationstechniken (stationär und instationär)
Verwendbarkeit des Moduls:	Umwelt- und Verfahrenstechnik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Klausur 90 Minuten
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	150 h, davon 60 h Vorlesung/Übung
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Wintersemester
Literatur:	V. Grassmann u.a., Einführung in die Verfahrenstechnik, deGruyter A. Schönbacher, Thermische Verfahrenstechnik, Springer
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen

## Wissen und Verstehen

Absolventinnen und Absolventen haben ihr bereits vorhandenes Wissen in folgenden Gebieten vertieft und können die entsprechenden Fachinhalte nicht nur wiedergeben, sondern auch erklären. Sie verstehen die Hintergründe, das Warum und Weshalb:

- Thermodynamik der Gemische, Thermische Wärmeübertragung und Stofftransport.

Schwerpunkt:

Vertiefung einzelner Bestandteile des Wissens

## Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Absolventinnen und Absolventen können ihr Wissen nicht nur anwenden und das Anwendungsverfahren und/oder Anwendungsergebnis beurteilen, sie können darüber hinaus auch eigenständig weiterführende Fragestellungen in folgenden Bereichen entwickeln: - Thermische Trenntechnik (Trocknen, Verdampfen, Destillieren, Rektifizieren).

Schwerpunkt:

Nutzung und Transfer

## Kommunikation und Kooperation

### Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

Absolventinnen und Absolventen haben im Laufe ihres Studiums bereits ein Wissens- und Verstehensniveau erreicht, das sie befähigt, nicht nur einfache sondern auch komplexere Zusammenhänge zu analysieren. Sie können darauf aufbauend wissenschaftliche oder praxisbezogene Fragestellungen in folgenden Fachgebieten selbständig identifizieren/entdecken:

- Thermodynamik, Thermische erfahrung, umweltrelevante thermische Verfahren.

# Modul: 4b Mechanische Verfahrenstechnik

Studiengang:	Umwelt- und Verfahrenstechnik (Master)
Abschlussgrad:	Master of Engineering (M.Eng.)
Modulnummer:	05
Modultitel:	4b Mechanische Verfahrenstechnik
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr. Dieter Schwechten
Art des Moduls:	Wahlpflicht
Inhalt des Moduls:	<p>Das Modul gliedert sich in 2 Veranstaltungen mit je 2 SWS Vorlesungen: Partikeltechnologie und Hygienic Design.</p> <p>1.) Ausgewählte Kapitel der Partikeltechnologie (3 ECTS)  Zur Einführung werden die wesentlichen Grundlagen der Partikeltechnologie in kurzer Form wiederholt. Ein Überblick über das breite Fachgebiet incl. der Abluftreinigung, Abscheidung bis hin zu Dosiertechnik rundet den ersten Vorlesungsteil ab. Danach werden ausgewählte Spezialthemen in Form von fachlich hochstehenden Referaten (Art wissenschaftlicher Fachvortrag, wie auf einem Kongress) erarbeitet. Die Themenauswahl erfolgt entweder nach Vorschlagsliste, oder nach Eigenvorschlag der/der Studierenden. Nach jedem Vortrag findet eine kritische Diskussion zum Thema statt. Die Vorbereitung auf ein neues Thema erfordert eine qualifizierte Recherche in Fachbüchern und Datenbanken.</p> <p>2.) Hygienic Design (2 ECTS)  Es geht um die Reinigbarkeit/ ggf. Sterilisierbarkeit von Anlagen und Apparateilen in der Lebensmitteltechnik, in der Pharmazie und der Biotechnologie. Verunreinigungen treten in Form von Produktrückständen oder Kontamination mit Mikroorganismen auf. Mikroorganismen haben partikulären Charakter. Die Haftkräfte, mit denen Mikroorganismen an Oberflächen anhaften, müssen zur Reinigung überwunden werden (Strömungsreinigung). Vollautomatisches #Cleaning in Place# (CIP) oder #Sterilisation in Place# (SIP) # also ohne Demontage der Anlagenteile - kann nur gelingen, wenn die produktberührten Bauteile einschließlich der Oberflächen (Güte und Art) bestimmten Kriterien des Hygienic Design genügen.</p>
Veranstaltungen:	Spezielle Aspekte der mechanischen Verfahrenstechnik
Lehr- und Lernformen:	Vorlesung, Übungen
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Grundlagen der Technischen Strömungslehre, Rohrströmung, Umströmung von Körpern
Verwendbarkeit des Moduls:	Umwelt- und Verfahrenstechnik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Benoteter, wissenschaftlicher Vortrag (30 Minuten, Handout über 2-3 Seiten) mit anschließender Diskussion (R), Anwesenheitspflicht
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	150 h (4 SWS = 45 h Vorlesung, 105 h Selbststudium)
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Wintersemester
Literatur:	
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen

## Wissen und Verstehen

Absolventinnen und Absolventen haben ihr Wissen auf folgenden Gebieten erweitert und können dieses Wissen auch wiedergeben:

- Ausgewählte Kapitel der Partikeltechnologie (Fachthemen der Referate),
- Hygienic Design.

Schwerpunkt:

Vertiefung einzelner Bestandteile des Wissens

## Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Schwerpunkt:

Nutzung und Transfer

## Kommunikation und Kooperation

Absolventinnen und Absolventen können sich sprachlich effektiv austauschen. Sie haben durch die Belegung des Moduls ihre Kommunikationsfähigkeiten in folgenden Bereichen (fachlich/ allgemein/Fremdsprache) verbessert:

- Einen qualifizierten Fachvortrag incl. Diskussion zu bestreiten ist prägend für eine Führungskraft. Die Bewertung erfolgt nach festgelegten Kriterien und Punktesystem.

## Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

Die Vorlesung schafft Bewusstsein für die Besonderheiten steriler, aseptischer, gut reinigbarer Apparate und Anlagen in Hinblick auf Anforderungen der GMP (Good Manufacturing Practice) und FDA (Food and Drug Administration). Die Kenntnisse befähigen die Teilnehmer einerseits zur besseren Spezifikation von Anlagen (Pflichtenheft für den Anlagenbauer) und andererseits zu verbesserter Apparategestaltung (Lastenheft für den Konstrukteur). Eine Exkursion rundet die Veranstaltung ab.

## Modul: 5 Nachhaltigkeit

Studiengang:	Umwelt- und Verfahrenstechnik (Master)
Abschlussgrad:	Master of Engineering (M.Eng.)
Modulnummer:	06
Modultitel:	5 Nachhaltigkeit
Modulverantwortliche/r:	Prof. Dr. Maike Sippel
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	In dem Modul werden die aktuellen globalen Herausforderungen ökologischer und auch sozialer Art aufgezeigt. Dabei werden Konzepte wie "Planetary Boundaries" eingeführt. Als Antwort auf die Herausforderungen wird Nachhaltige Entwicklung vorgestellt und die "Große Transformation" als Wandel hin zur Nachhaltigkeit. Anhand des Experimentierens mit eigenen individuellen Handlungsmöglichkeiten münden diese Ansätze in eine konkrete praktische Umsetzung. Aufbauend wird dann die Umsetzung von Nachhaltigkeit im industriellen Umfeld entwickelt. Die Studierenden vertiefen selbstgewählte Aspekte und Themen in Eigenarbeit. Die Exkursionen führen zu ausgewählten Unternehmen und Objekten aus dem Themenfeld des Studiums.
Veranstaltungen:	Nachhaltigkeit im industriellen Umfeld
Lehr- und Lernformen:	Vorlesung mit Lernaufgaben, Eigenarbeit mit Coaching, studentische Fachkonferenz
Voraussetzungen für die Teilnahme:	
Verwendbarkeit des Moduls:	Umwelt- und Verfahrenstechnik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	- Wissenschaftliches Paper zur studentischen Fachkonferenz (Paper und Vortrag dazu) (Grundlage der Benotung) - Dokumentation der individuellen Handlungserfahrungen (erster Veranstaltungsteil - als Prüfungsvorleistung)
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	150h (120h Nachhaltigkeit im industriellen Umfeld, 30h Exkursionen)
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Sommersemester
Literatur:	
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen

## Wissen und Verstehen

Absolventinnen und Absolventen haben ihr Wissen auf folgenden Gebieten erweitert und können dieses Wissen auch wiedergeben:

- Aktuelle globale Herausforderungen.
- Nachhaltige Entwicklung und globale Transformation.

Schwerpunkt:

Verbreiterung des Vorwissens

## Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Absolventinnen und Absolventen können ihr Wissen nicht nur anwenden und das Anwendungsverfahren und /oder Anwendungsergebnis beurteilen, sie können darüber hinaus auch eigenständig weiterführende Fragestellungen in folgenden Bereichen entwickeln:

- Eigene Handlungsmöglichkeiten als Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung.
- Die Rolle struktureller Rahmenbedingungen.

Absolventinnen und Absolventen haben ihre Fähigkeit und Bereitschaft zur aktiven Teilnahme am eigenen Lernen auf folgender Art und Weise erhöht:

- Betreute Eigenarbeit in Form des forschenden Lernens zu selbstgewählten Themen.

Schwerpunkt:

Wissenschaftliche Innovation

## Kommunikation und Kooperation

Absolventinnen und Absolventen können sich sprachlich effektiv austauschen. Sie haben durch die Belegung des Moduls ihre Kommunikationsfähigkeiten in folgenden Bereichen (fachlich/ allgemein/Fremdsprache) verbessert:

- Strukturierter Austausch zu eigenen Erfahrungen mit nachhaltigem Handeln ("story-telling").
- Vorstellung eigener fachlicher Arbeitsergebnisse in Form eines wissenschaftlichen Fachvortrags.

## Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

Absolventinnen und Absolventen haben durch die Teilnahme an den Lehrveranstaltungen des Moduls im Wege der Beteiligung an demokratischen Prozessen oder durch die Übernahme sozialer Verantwortung die Bereitschaft erlangt, die folgenden gesellschaftliche Werte zu akzeptieren oder sich ihnen zu verpflichten:

- Verantwortung und erfahrene Selbstwirksamkeit für ein Leben und Handeln innerhalb der planetaren Grenzen.

# Modul: 6 Projektarbeit

Studiengang:	Umwelt- und Verfahrenstechnik (Master)
Abschlussgrad:	Master of Engineering (M.Eng.)
Modulnummer:	07
Modultitel:	6 Projektarbeit
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr. rer. nat. Wolfgang Speckle
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	<p>Die gestellten Projektaufgaben können aus dem Gesamtgebiet der Verfahrens- und Umwelttechnik stammen. Insbesondere werden folgende Projekttypen angeboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilprojekte innerhalb größerer komplexer wissenschaftlicher Forschungsprojekte</li> <li>• Durchführung von Machbarkeitsstudien im Vorfeld von Technologie- und Entwicklungsprojekten</li> <li>• Analyse, Beurteilung und Optimierung bestehender verfahrenstechnischer Prozesse</li> <li>• ...</li> </ul>
Veranstaltungen:	
Lehr- und Lernformen:	Vorlesung, Labor, Hausarbeit, Anlagenprojektierung
Voraussetzungen für die Teilnahme:	
Verwendbarkeit des Moduls:	Umwelt- und Verfahrenstechnik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Bericht
ECTS-Leistungspunkte:	10
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	300h (je nach Thema unterschiedlich gewichtet in praktische Anteile und Selbststudium)
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Jedes Semester
Literatur:	
Anwesenheitspflicht:	nein



# Kompetenzdimensionen

## **Wissen und Verstehen**

Absolventinnen und Absolventen haben ihr Wissen auf folgenden Gebieten erweitert und können dieses Wissen auch wiedergeben: Bearbeitung und Dokumentation eines Projekts aus dem Gebiet der Verfahrens- und Umwelttechnik.

Schwerpunkt:

Verbreiterung des Vorwissens

## **Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst**

Absolventinnen und Absolventen können das Wissen aus folgenden Themenbereichen praktisch anwenden: Umwelt- und Verfahrenstechnik können ihr Wissen aus folgenden Themenbereichen nicht nur praktisch anwenden, sie können darüber hinaus auch ihr Vorgehen beim Theorie-Praxis-Transfer und dessen Ergebnis beurteilen: Umwelt- und Verfahrenstechnik. Absolventinnen und Absolventen können ihr Wissen nicht nur anwenden und das Anwendungsverfahren und /oder Anwendungsergebnis beurteilen, sie können darüber hinaus auch eigenständig weiterführende Fragestellungen in folgenden Bereichen entwickeln: Zweckmäßige Strukturierung verfahrenstechnischer Aufgabenstellungen, zielorientierte Planung von Bearbeitungsprozessen, termin- und qualitätskonforme Realisierung.

Schwerpunkt:

Wissenschaftliche Innovation

## **Kommunikation und Kooperation**

Absolventinnen und Absolventen können in der Diskussion über folgende Themen ihre Meinung begründet darlegen und abweichende Meinungen akzeptieren: Machbarkeitsstudien im Vorfeld von Technologie- und Entwicklungsprojekten.

## **Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität**

Absolventinnen und Absolventen verfügen über die Erfahrung, konkrete Problemstellungen aus dem Gebiet der Verfahrens- und Umwelttechnik durch die Anwendung wissenschaftlicher Methoden und ingenieurtechnischer Kenntnisse selbstständig gelöst zu haben.

# Modul: 7 Umweltanalytik

Studiengang:	Umwelt- und Verfahrenstechnik (Master)
Abschlussgrad:	Master of Engineering (M.Eng.)
Modulnummer:	08
Modultitel:	7 Umweltanalytik
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr. rer. nat. Wolfgang Speckle
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	<p>1. Umweltanalytische Verfahren allgemein</p> <p>2. Spektroskopische Methoden Infrarotspektroskopie (IR), UV/VIS- Spektroskopie, Atomabsorptionsspektroskopie (AAS), Atomemissionsspektroskopie (AES), Röntgenfluoreszenzanalytik (RFA), Biolumineszenz</p> <p>3. Chromatographie Gaschromatographie (GC), Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC), Ionenchromatographie (IC)</p> <p>4. Elektrochemische Verfahren Potentiometrie, Konduktometrie, Voltammetrie (Polarographie)</p>
Veranstaltungen:	Umweltanalytik A Umweltanalytik B
Lehr- und Lernformen:	Vorlesung und Übungen
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Grundlagen der Chemie und Physik
Verwendbarkeit des Moduls:	Umwelt- und Verfahrenstechnik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Klausur 90 Minuten
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	150h (60h Vorlesung, 90h Selbststudium)
Dauer des Moduls:	zweisemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Jedes Semester
Literatur:	<p>H. Naumer, W. Heller, Untersuchungsmethoden in der Chemie, Thieme Verlag</p> <p>I.L. Marr, M.S. Cresser, L.J. Ottendorfer, Umweltanalytik, Thieme Verlag</p> <p>G. Schwedt, Taschenatlas der Analytik, Wiley- VCH</p> <p>M. Otto, Analytische Chemie, VCH</p> <p>O. Bliefert, Umweltchemie, VCH</p> <p>D.A. Skoog, J.J. Leary, Instrumentelle Analytik, Springer Verlag</p>
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen

## Wissen und Verstehen

Absolventinnen und Absolventen haben ihr Wissen auf folgenden Gebieten erweitert und können dieses Wissen auch wiedergeben: Spektroskopie, Chromatographie, elektrochemische Analytik.

Schwerpunkt:

Verbreiterung des Vorwissens

## Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Absolventinnen und Absolventen können das Wissen aus folgenden Themenbereichen praktisch anwenden: Analytische Fragestellungen verschiedenster Art. Absolventinnen und Absolventen können ihr Wissen aus folgenden Themenbereichen nicht nur praktisch anwenden, sie können darüber hinaus auch ihr Vorgehen beim Theorie-Praxis-Transfer und dessen Ergebnis beurteilen: Prozessanalytik, Lebensmittelanalytik, Umweltanalytik.

Absolventinnen und Absolventen haben durch die Belegung des Moduls auf folgende Art und Weise ihre Fähigkeit verbessert und ihre Bereitschaft erhöht, Informationen aufzunehmen und bei der Lösung von Problemen zu berücksichtigen: Sie haben kennengelernt, wann und für welche Fragestellungen sie welche Art von Analytik wählen müssen.

Schwerpunkt:

Wissenschaftliche Innovation

## Kommunikation und Kooperation

Absolventinnen und Absolventen können in der Diskussion über folgende Themen ihre Meinung begründet darlegen und abweichende Meinungen akzeptieren: Bewertung und Auswahl der geeigneten Analyseverfahren für den Nachweis verschiedener organischer und anorganischer Stoffe, sowie von Metallen und Schwermetallen.

## Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

Absolventinnen und Absolventen haben im Laufe ihres Studiums bereits ein Wissens- und Verstehensniveau erreicht, das sie befähigt, nicht nur einfache sondern auch komplexere Zusammenhänge zu analysieren. Sie können darauf aufbauend wissenschaftliche oder praxisbezogene Fragestellungen in folgenden Fachgebieten selbständig identifizieren / entdecken: Auswirkung verschiedener Chemikalien, wie z.B. Metalle und Schwermetalle auf Mensch und Umwelt.

## Modul: 8 Elektrochemische Energietechnik

Studiengang:	Umwelt- und Verfahrenstechnik (Master)
Abschlussgrad:	Master of Engineering (M.Eng.)
Modulnummer:	09
Modultitel:	8 Elektrochemische Energietechnik
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr. Christoph Ziegler
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	<p>Vermittlung und Vertiefung von Wissen über Technologien zur elektrochemischen Wandlung und Speicherung von Energie unter besonderer Berücksichtigung derjenigen Technologien, die im Rahmen der Energiewende als Energiespeicher oder als alternative Antriebe von hoher Relevanz sind. Im einzelnen werden folgende Technologien behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lithium-Ionen-Akkumulatoren einschließlich zukünftiger Technologien</li> <li>- Nickel-Metallhydrid-Akkumulatoren</li> <li>- Nickel-Cadmium- und Blei-Säure-Akkumulatoren</li> <li>- Thermalbatterien</li> <li>- Brennstoffzellen</li> <li>- Elektrolysezellen</li> <li>- Redoxflow-Batterien</li> <li>- Superkondensatoren</li> </ul>
Veranstaltungen:	Elektrochem. Energietechnik A Elektrochem. Energietechnik B
Lehr- und Lernformen:	Vorlesung und Übungen
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Grundlagen der Physik, Chemie und Physikalischen Chemie
Verwendbarkeit des Moduls:	Umwelt- und Verfahrenstechnik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Klausur 90 Minuten
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	150 h (60h Lehrveranstaltung, 90h Selbststudium)
Dauer des Moduls:	zweisemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Jedes Semester
Literatur:	A. Jossen, W. Weydanz, Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, Reichardt Verlag M. Sterner, I. Stadler, Energiespeicher, Springer Verlag
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen

## Wissen und Verstehen

Absolventinnen und Absolventen haben ihr Wissen auf folgenden Gebieten erweitert und können dieses Wissen auch wiedergeben:

- Die wichtigsten Batterie- und Brennstoffzellentechnologien sowie
- Grundwissen über Redox-Flow-Batterien, Superkondensatoren und Biobrennstoffzellen.

Schwerpunkt:

Verbreiterung des Vorwissens

## Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Absolventinnen und Absolventen können die Charakterisierung und Zustandsbestimmung von elektrochemischen Energiesystemen konzipieren. Sie können die wichtigsten Auslegungskenngrößen von elektrochemischen Energiesystemen fallspezifisch identifizieren und Wege zu deren Bestimmung ausarbeiten. Absolventinnen und Absolventen haben Wissen über elektrochemische Energietechnologien erworben. Sie können dadurch komplexe Energiesysteme besser verstehen und spezifisches Wissen im Themenfeld der Energiespeicherung bei Bedarf selbst erarbeiten. Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, für spezifische Anwendungen von Energiesystemen orientierende Konzepte zu erarbeiten, welche Energietechnologie technisch sinnvoll ist.

Schwerpunkt:

Nutzung und Transfer

## Kommunikation und Kooperation

Absolventinnen und Absolventen können in der Diskussion über folgende Themen ihre Meinung begründet darlegen und abweichende Meinungen akzeptieren:

- Derzeitiges und zukünftiges Potenzial von elektrochemischen Energiespeichern für Anwendungen in Mobilität und Energieversorgung.

## Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

# Modul: 9 Technologie Praktikum

Studiengang:	Umwelt- und Verfahrenstechnik (Master)
Abschlussgrad:	Master of Engineering (M.Eng.)
Modulnummer:	10
Modultitel:	9 Technologie Praktikum
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr. rer. nat. Wolfgang Speckle
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	Spektroskopische Laborversuche: Infrarotspektroskopie (IR), Atomabsorptionsspektroskopie (AAS) Chromatographische Laborversuche: Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC), Ionenchromatographie (IC) Elektrochemische Laborversuche: Voltammetrie (Polarographie) Laborversuche zum Thema Lithium-Ionen-Akkumulatoren: Lade- und Entladekennlinien, Zyklierung und Kapazität, Elektrochemische Impedanzspektroskopie Laborversuche zum Thema Batterien: Laborversuche zum Thema Redox-Flow-Batterie (Flüssigbatterie); Elektrische und verfahrenstechnische Charakterisierung, Untersuchung der Systemdynamik Rechner-Laborversuch zum Thema Batterie: Modellierung und Simulation einer Batterie mit Matlab/Comsol
Veranstaltungen:	Umweltanalytik A + Elektrochem. Energietechnik A Umweltanalytik B + Elektrochem. Energietechnik B
Lehr- und Lernformen:	Labor, Hausarbeit, Gruppenarbeit
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Grundlagen der Chemie und Physik; Inhalte der Vorlesungen Umweltanalytische Verfahren A und B; Inhalte der Vorlesungen Elektrochemische Energietechnik A und B
Verwendbarkeit des Moduls:	Umwelt- und Verfahrenstechnik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Kurzreferat und Bericht
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	nicht benotet
Arbeitsaufwand:	150h (60h Laborarbeit, 90h Selbststudium und Gruppenarbeit)
Dauer des Moduls:	zweisemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Jedes Semester
Literatur:	H. Naumer, W. Heller, Untersuchungsmethoden in der Chemie, Georg Thieme Verlag I.L. Marr et al., Umweltanalytik, Georg Thieme Verlag  A. Jossen, W. Weydanz, Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, Reichardt Verlag M. Sterner, I. Stadler, Energiespeicher, Springer Verlag
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen

## Wissen und Verstehen

Absolventinnen und Absolventen haben ihr Wissen auf folgenden Gebieten erweitert und können dieses Wissen auch wiedergeben:

- Spektroskopie, Chromatographie, elektrochemische Analytik, elektrochemische Energiespeicherung.

Schwerpunkt:

Verbreiterung des Vorwissens

## Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Absolventinnen und Absolventen können das Wissen aus folgenden Themenbereichen praktisch anwenden:

- Analytische Fragestellungen verschiedenster Art, Batterietechnik, insbesondere Test, Zustandsbestimmung und einfache Modelle .

- Prozessanalytik, Lebensmittelanalytik, Umweltanalytik, Charakterisierung von elektrochemischen Energiespeichern.

Absolventinnen und Absolventen haben kennengelernt, wann und für welche Fragestellungen sie welche Art von Analytik wählen müssen. Sie haben gelernt, mit welchen Methoden Art und Zustand von Batterien bestimmt werden können.

Schwerpunkt:

Nutzung und Transfer

## Kommunikation und Kooperation

### Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

Absolventinnen und Absolventen können nicht nur mit einfachen sondern auch mit folgenden komplexen Sachverhalten umgehen und entsprechend handeln:

- Auswirkung verschiedener Chemikalien, wie z.B. Metalle und Schwermetalle auf Mensch und Umwelt.

Einsatzmöglichkeiten von elektrochemischen Energiespeichern in Energiesystemen.

Absolventinnen und Absolventen haben im Laufe ihres Studiums nicht nur ein Wissens- und Verstehensniveau erreicht, das sie befähigt, komplexere Zusammenhänge zu analysieren und darauf aufbauend wissenschaftliche oder praxisbezogene Fragestellungen selbständig zu identifizieren / zu entdecken. Sie können auch Problemlösungen für folgende komplexe Fragestellungen entwickeln und so einen Beitrag für die Weiterentwicklung von Wissenschaft / Gesellschaft /Praxis leisten:

- Bewertung und Auswahl der geeigneten Analyseverfahren für den Nachweis verschiedener organischer und anorganischer Stoffe, sowie von Metallen und Schwermetallen. Weiterentwicklung und Auswahl von elektrochemischen Energiespeichern für spezifische Anwendungen.

# Modul: 10a Chemische Verfahren

Studiengang:	Umwelt- und Verfahrenstechnik (Master)
Abschlussgrad:	Master of Engineering (M.Eng.)
Modulnummer:	11
Modultitel:	10a Chemische Verfahren
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr. Arno Detter
Art des Moduls:	Wahlpflicht
Inhalt des Moduls:	Chemische- und physikalische Aspekte der Reaktionstechnik, Ideale Reaktoren, Modellbildung und Simulation mit SIMULINK, Verschaltung von Reaktoren, Komplexe Reaktionen, Nichtideale Reaktoren, Reaktorauslegung unter Berücksichtigung des Wärmetransports, Reaktorauswahl
Veranstaltungen:	Chemische Reaktionstechnik
Lehr- und Lernformen:	Vorlesung mit integrierten Übungen und Labor
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Grundlagen der Chemie
Verwendbarkeit des Moduls:	Umwelt- und Verfahrenstechnik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Klausur 90 Minuten / Schein für Labor
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	150h (60h Lehrveranstaltung, 90h Selbststudium)
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Wintersemester
Literatur:	
Anwesenheitspflicht:	nein



# Kompetenzdimensionen

## Wissen und Verstehen

Absolventinnen und Absolventen haben ihr Wissen auf folgenden Gebieten erweitert und können dieses Wissen auch wiedergeben:

- Grundlagen der chemischen Reaktionstechnik
- Einsatz von SIMULINK zur Simulation von chemischen Reaktoren

Schwerpunkt:

Verbreiterung des Vorwissens

## Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Absolventinnen und Absolventen können das Wissen aus folgenden Themenbereichen praktisch anwenden:

- Anwenden von Methoden zur Bestimmung von Verweilzeitverteilungen und Geschwindigkeitskonstanten
- Auswahl und Auslegung von chemischen Reaktoren
- Erstellen von SIMULINK-Modellen zur Lösung von Differentialgleichungen

Schwerpunkt:

Nutzung und Transfer

## Kommunikation und Kooperation

## Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

## Modul: 10b Strahlungsmesstechnik

Studiengang:	Umwelt- und Verfahrenstechnik (Master)
Abschlussgrad:	Master of Engineering (M.Eng.)
Modulnummer:	12
Modultitel:	10b Strahlungsmesstechnik
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr. rer. nat. Eckehard Klemt
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	<p>Atomaufbau: Atomhülle, Atomkern, Nuklidkarte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radioaktivität: Zerfallsarten, Zeitgesetz</li> <li>• Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie: <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-Strahlung</li> <li>• Allgemeine Eigenschaften von Strahlungsdetektoren: Pulshöhenspektren, Energieauflösung, Efficiency, Totzeit, Statistik und Messunsicherheit</li> <li>• Gasgefüllte Detektoren: Ionisationskammer, Proportional-, GM-Zähler</li> <li>• Szintillationsdetektoren: Szintillatoren, Photomultiplier</li> <li>• Halbleiter-Detektoren: HPGe-, PIPS-Detektoren</li> <li>• Strahlenschutz: Dosisgrößen</li> <li>• Radioökologie am Beispiel von <math>^{137}\text{Cs}</math>: Compartment-Modellierung (Run-off, Seewasser, Fische; Rife II: Wald-Modell; Rehwild-Kontamination; Tiefenverteilung im Sediment)</li> </ul>
Veranstaltungen:	Radiometrie Radioökologie
Lehr- und Lernformen:	Vorlesung, Labor
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Grundlagen Mathematik, Naturwissenschaften, Technik (Bachelor)
Verwendbarkeit des Moduls:	Umwelt- und Verfahrenstechnik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Klausur 90 Minuten
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	150 h
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Wintersemester
Literatur:	
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen

## Wissen und Verstehen

Absolventinnen und Absolventen haben ihr bereits vorhandenes Wissen in folgenden Gebieten vertieft und können die entsprechenden Fachinhalte nicht nur wiedergeben, sondern auch erklären. Sie verstehen die Hintergründe, das Warum und Weshalb:

- radioaktive Zerfälle mit dem Tröpfchenmodell,
- Zeitabhängigkeiten von Aktivitäten,
- Wechselwirkung von Strahlung mit Materie in einfachen Anordnungen.

Schwerpunkt:

Vertiefung einzelner Bestandteile des Wissens

## Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Absolventinnen und Absolventen können das Wissen aus folgenden Themenbereichen praktisch anwenden:

- radioaktive Zerfälle mit dem Tröpfchenmodell berechnen,
- Zeitabhängigkeiten von Aktivitäten berechnen,
- Wechselwirkung von Strahlung mit Materie in einfachen Anordnungen berechnen.

Absolventinnen und Absolventen können nicht nur mit einfachen sondern auch mit folgenden komplexen Sachverhalten umgehen und entsprechend handeln:

- entscheiden, welche Messmethoden in welchen Fällen geeignet sind,
- gemessene Spektren interpretieren und analysieren.

Schwerpunkt:

Wissenschaftliche Innovation

## Kommunikation und Kooperation

### Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

Absolventinnen und Absolventen haben im Laufe ihres Studiums nicht nur ein Wissens- und Verstehensniveau erreicht, das sie befähigt, komplexere Zusammenhänge zu analysieren und darauf aufbauend wissenschaftliche oder praxisbezogene Fragestellungen selbständig zu identifizieren / zu entdecken. Sie können auch Problemlösungen für folgende komplexe Fragestellungen entwickeln und so einen Beitrag für die Weiterentwicklung von Wissenschaft / Gesellschaft / Praxis leisten:

- einfache Compartment-Modelle zur Beschreibung von Spurenstoffen in der Umwelt entwickeln und damit arbeiten.

# Modul: 11 Energietechnik

Studiengang:	Umwelt- und Verfahrenstechnik (Master)
Abschlussgrad:	Master of Engineering (M.Eng.)
Modulnummer:	13
Modultitel:	11 Energietechnik
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr.-Ing. Gerd Thieleke
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	<p>Veranstaltung Energiesystemtechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analyse und Weiterentwicklung energiewirtschaftlicher Zusammenhänge und Prozesse der Energiebereitstellung (Strom und Wärme)</li> <li>- Vermittlung und Vertiefung des Energiebedarfs der verschiedenen Verbrauchergruppen</li> <li>- Analyse und Weiterentwicklung der konventionellen Energiebereitstellung</li> <li>- Vermittlung und Vertiefung der Einflussgrößen für einen sicheren Netzbetrieb ((Frequenzregelung, Netzstabilität, Netzdienstleistungen))</li> </ul> <p>Veranstaltung Alternative Energien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermittlung und Vertiefung der Entwicklungsmöglichkeiten der regenerativen Energiebereitstellung</li> <li>- Vermittlung und Vertiefung zur Photovoltaik, Solarthermische Verfahren, Windenergie, Geothermie</li> <li>- Wissen um die klimarelevanten Einflussgrößen bei der Strom- und Wärmebereitstellung</li> <li>- Wissen über Möglichkeiten zur Prozessoptimierung hinsichtlich des Energieeinsatzes</li> </ul>
Veranstaltungen:	Alternative Energien Energiesystemtechnik
Lehr- und Lernformen:	Vorlesung und Übungen, wird durch ein Praktikum und durch Exkursionen unterstützt
Voraussetzungen für die Teilnahme:	Grundlagen der Mechanik, Elektrotechnik, Thermodynamik und Strömungslehre
Verwendbarkeit des Moduls:	Umwelt- und Verfahrenstechnik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Klausur 90 Minuten
ECTS-Leistungspunkte:	5
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	150h
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Nur Sommersemester
Literatur:	
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen

## Wissen und Verstehen

Absolventinnen und Absolventen haben ihr Wissen auf folgenden Gebieten erweitert und können dieses Wissen auch wiedergeben:

- klimarelevante Einflussgrößen bei der Strom- und Wärmebereitstellung,
- mögliche Prozessoptimierungen hinsichtlich des Energieeinsatzes.

Absolventinnen und Absolventen haben ihr bereits vorhandenes Wissen in folgenden Gebieten vertieft und können die entsprechenden Fachinhalte nicht nur wiedergeben, sondern auch erklären. Sie verstehen die Hintergründe, das Warum und Weshalb:

- E- Aufbau und Einflussgrößen für einen sicheren Netzbetrieb (Strom- und Wärmenetze)
- Bedeutung der Netzfrequenz, Frequenzregelung, Netzstabilität und Netzdienstleistungen für die öffentliche Stromversorgung und für Inselnetze
- Photovoltaik, Solarthermische Verfahren, Windenergie, Geothermie,
- Energiebedarf der verschiedenen Verbrauchergruppen.

Schwerpunkt:

Vertiefung einzelner Bestandteile des Wissens

## Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Absolventinnen und Absolventen können ihr Wissen aus folgenden Themenbereichen nicht nur praktisch anwenden, sie können darüber hinaus auch ihr Vorgehen beim Theorie-Praxis-Transfer und dessen Ergebnis beurteilen: - Prozesse der Energiebereitstellung (Strom und Wärme).

Absolventinnen und Absolventen können ihr Wissen nicht nur anwenden und das Anwendungsverfahren und / oder Anwendungsergebnis beurteilen, sie können darüber hinaus auch eigenständig weiterführende Fragestellungen in folgenden Bereichen entwickeln:

- Analyse und Weiterentwicklung der konventionellen und regenerativen Energiebereitstellung.
- Einflussgrößen auf den Strom- und Wärmemarkt identifizieren

Schwerpunkt:

Wissenschaftliche Innovation

## Kommunikation und Kooperation

### Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

Absolventinnen und Absolventen können nicht nur mit einfachen sondern auch mit folgenden komplexen Sachverhalten umgehen und entsprechend handeln: - Analyse und Weiterentwicklung energiewirtschaftlicher Zusammenhänge.

Absolventinnen und Absolventen haben im Laufe ihres Studiums bereits ein Wissens- und Verstehensniveau erreicht, das sie befähigt, nicht nur einfache sondern auch komplexere Zusammenhänge zu analysieren. Sie können darauf aufbauend wissenschaftliche oder praxisbezogene Fragestellungen in folgenden Fachgebieten selbständig identifizieren / entdecken:

- Entwicklungsmöglichkeiten der regenerativen Energiebereitstellung.

## Modul: 12 Thesis

Studiengang:	Umwelt- und Verfahrenstechnik (Master)
Abschlussgrad:	Master of Engineering (M.Eng.)
Modulnummer:	14
Modultitel:	12 Thesis
Modulverantwortliche/r:	Professor Dr. rer. nat. Wolfgang Speckle
Art des Moduls:	Pflicht
Inhalt des Moduls:	Der Inhalt dieses Moduls ist die eigenständige Durchführung des in der Aufgabenstellung beschriebenen Master-Projekts. Der Inhalt des Masterprojekts ist ein aktuelles Thema aus dem Bereich der Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik oder der Forschung aus dem industriellen Umfeld der einschlägigen Industrie. Der Bericht zu diesem Masterprojekt ist die Master-Thesis.
Veranstaltungen:	
Lehr- und Lernformen:	Übung, Labor, Hausarbeit, Workshop, Seminar, Gruppenarbeit in Unternehmen
Voraussetzungen für die Teilnahme:	
Verwendbarkeit des Moduls:	Umwelt- und Verfahrenstechnik
Voraussetzungen Vergabe ECTS:	Bericht und Referat
ECTS-Leistungspunkte:	30
Benotung:	benotet
Arbeitsaufwand:	Die Bearbeitungszeit für die Master-Thesis beträgt sechs Monate. Soweit dies zur Gewährleistung gleicher Prüfungsbedingungen oder aus Gründen, die von der zu prüfenden Person nicht zu vertreten sind, erforderlich ist, kann die Bearbeitungszeit um höchstens drei Monate verlängert werden; die Entscheidung darüber trifft der Prüfungsausschuss auf der Grundlage einer Stellungnahme der Betreuerin oder des Betreuers. Thema, Aufgabenstellung und Umfang der Master-Thesis sind von der Betreuerin oder dem Betreuer so zu begrenzen, dass die Frist zur Bearbeitung der Master-Thesis eingehalten werden kann.
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Häufigkeit des Angebots:	Jedes Semester
Literatur:	
Anwesenheitspflicht:	nein

# Kompetenzdimensionen

## Wissen und Verstehen

### Schwerpunkt:

Wissensverständnis ( erkenntnistheoretisch begründete Richtigkeit und Reflexion fachlicher und praxisrelevanter Aussagen.)

## Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen/Kunst

Absolventinnen und Absolventen kennen die Komplexität einer wissenschaftlichen Fragestellung und daran das wissenschaftliche Arbeiten im Hinblick auf Methodik, Struktur und Organisation erlernen.

### Schwerpunkt:

Wissenschaftliche Innovation

## Kommunikation und Kooperation

### Wissenschaftliches / künstlerisches Selbstverständnis und Professionalität

Absolventinnen und Absolventen können auf der Grundlage wissenschaftlicher Methoden konkrete Aufgabenstellungen aus der betrieblichen Praxis oder aktueller Entwicklungen im Bereich der Verfahrens- und Umwelttechnik selbstständig bearbeiten und somit sowohl ihre fachlichen als auch ihre methodischen Fähigkeiten im Rahmen eines zeitlich und inhaltlich begrenzten Rahmens unter Beweis stellen.

- Mithilfe der Masterarbeit wird das prägnante Formulieren komplexer wissenschaftlicher Sachverhalte und der strukturelle Aufbau eines wissenschaftlichen Berichts vermittelt. Zusammenhänge des Studienfachs können überblickt werden;

- wissenschaftliche Methoden und Erkenntnisse werden eigenständig angewendet und weiterentwickelt.

Grundlage hierfür sind die für die Berufspraxis notwendigen gründlichen Fachkenntnisse, welche im Verlauf des Studiums erworben wurden.

Gültig ab: SoSe20

SPO: 27.06.2019

Druckdatum: 25.03.2020