fördern • führen • inspirieren

Ostbayerische Technische Hochschule
Amberg-Weiden

Modulhandbuch

Course Catalogue

Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz (EEK)

Energy Technology, Energy Efficiency and Climate Protection

Fakultät Maschinenbau/Umwelttechnik

Department of Mechanical Engineering and Environmental Engineering

Bachelor of Engineering (B.Eng.)

Bachelor of Engineering (B.Eng.)

Erstellt von: Prof. Frank Späte / Silke Fersch
Beschlossen im Fakultätsrat: 18.11.2020

Gültig ab: 01.10.2020
Stand: 29.04.2025

Inhaltsverzeichnis

Table of content

Inhaltsverzeichnis 2
Vorbemerkungen 4
Modulübersicht 6
Module 7
Modulgruppe 1: Mathematische und naturwissenschaftlich-technische Grundlagen ... 7
1.1 Mathematik für Ingenieure I 7
1.2 Mathematik für Ingenieure II 9
1.3 Physik 11
1.4 Werkstofftechnik I und Chemie 13
1.5 Werkstofftechnik II 15
1.6 Einführung in Energietechnik und Klimaschutz 17
1.7 Klimawandel: Ursachen, Folgen, Risiken 19
Modulgruppe 2: Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen 21
2.1 Elektrotechnik I 21
2.2 Regelungs- und Steuerungstechnik 23
2.3 Messtechnik 25
2.4 Technische Thermodynamik 27
2.5 Informatik I 29
2.6 Technische Strömungsmechanik 31
2.7 Wärme- und Stofftransport 33
2.8 Konstruktion & CAD 35
2.9 Technische Mechanik 37
2.10 Mess- und Analyseverfahren in der Energietechnik 39
2.11 Kolbenmaschinen 41
2.12 Strömungsmaschinen 43
2.13 Elektrische Antriebstechnik 45
Modulgruppe 3: Ingenieuranwendungen 47
3.1 Energieeffizienz in Gebäuden 47
3.2 Solarenergie 49
3.3 Wind- und Wasserkraft 51
3.4 Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung 53
3.5 Energieinformatik 55

Modulgruppe 4: Vertiefungsmodule 57
4.1 Vertiefung Energieeffizienz und Energieeinsparung Die Vertiefung „Energieeffizienz und Energieeinsparung" wird aktuell nicht angeboten 58
4.1.1 Energieeffizienz in Gebäuden II 58
4.1.2 Gebäudeautomation und Smart Home 60
4.1.3 Energieeffizienz in der Industrie 62
4.2 Vertiefung Bioenergie 64
4.2.1 Energetische Nutzung von biogenen Energieträgern 64
4.2.2 Biotechnologie biogener Energieträger 66
4.2.3 Verfahrenstechnik in der Energietechnik 68
4.3 Vertiefung Energie-Wandlung, -Verteilung, -Speicherung 70
4.3.1 Intelligente Netze 70
4.3.2 Energiespeicher und -wandlungsverfahren 72
4.3.3 Simulation energetischer Systeme 74
4.4. Allgemeinwissenschaftliche Wahlpflichtmodule (AWPM) 76
Modulgruppe 5: Übergreifende Lehrinhalte 77
5.1 Betriebswirtschaftslehre und Projektmanagement 77
5.2 Grundlagen des Innovationsmanagements 79
5.3 Energie-, Qualitäts- und Umweltmanagement 81
Modulgruppe 6: Ingenieurwissenschaftliche Praxis 83
6.1 Industriepraktikum 83
6.2 Naturwissenschaftliches Praktikum 85
6.3 Ingenieurwissenschaftliches Praktikum 87
6.4 Fachwissenschaftliches Praktikum 89
6.5 Projektarbeit 91
6.6 Bachelorarbeit 93
Aktualisierungsverzeichnis 95

Vorbemerkungen

Preliminary note

- **Hinweis:**

Bitte beachten Sie insbesondere die Regelungen der Studien- und Prüfungsordnung des Studiengangs in der jeweils gültigen Fassung.

- **Aufbau des Studiums:**

Das Studium umfasst eine Regelstudienzeit von 7 Semestern.

- **Anmeldeformalitäten:**

Grundsätzlich gilt für alle Prüfungsleistungen eine Anmeldepflicht über das Studienbüro. Zusätzliche Formalitäten sind in den Modulbeschreibungen aufgeführt.

- **Abkürzungen:**

ECTS = Das European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS) ist ein Punktesystem zur Anrechnung von Studienleistungen.
SWS = Semesterwochenstunden

- **Workload:**

Nach dem Bologna-Prozess gilt: Einem Credit-Point wird ein Workload von 25-30 Stunden zu Grunde gelegt. Die Stundenangabe umfasst die Präsenzzeit an der Hochschule, die Zeit zur Vor- und Nachbereitung von Veranstaltungen, die Zeit für die Anfertigung von Arbeiten oder zur Prüfungsvorbereitungszeit.

Beispielberechnung Workload (Lehrveranstaltung mit 4 SWS, 5 ECTS-Punkten):

Workload: 5 ECTS x 30h/ECTS = 150 h

- Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h
- Selbststudium = 60 h
- Prüfungsvorbereitung = 30 h

= 150 h

- **Anrechnung von Studienleistungen:**

Bitte achten Sie auf entsprechende Antragsprozesse über das Studienbüro.

- **Hinweise zum dualen Studium:**

In Kooperation mit ausgewählten Praxispartnern kann der Studiengang auch in einem dualen Studienmodell absolviert werden. Angeboten wird das duale Studium sowohl als Verbundstudium, bei dem das Hochschulstudium mit einer regulären Berufsausbildung/Lehre kombiniert wird, als auch als Studium mit vertiefter Praxis, bei dem das reguläre Studium um intensive Praxisphasen in einem Unternehmen angereichert wird. In beiden dualen Studienmodellen lösen sich Hochschul- und Praxisphasen (insbesondere in den vorlesungsfreien Zeiten, während des Praxissemesters sowie für die Bachelorarbeit) im Studium regelmäßig ab.
Die Vorlesungszeiten in dualen Studienmodellen entsprechen den normalen Studien- und Vorlesungszeiten an der OTH Amberg-Weiden. Durch die systematische Verzahnung der Lernorte Hochschule und Unternehmen sammeln die Studierenden als integralem Bestandteil ihres Studiums berufliche Praxiserfahrung bei ausgewählten Praxispartnern.

Das Curriculum der beiden dualen Studiengangmodelle unterscheidet sich gegenüber dem regulären Studiengangkonzept in folgenden Punkten:

- Grundpraktikum und Industriepraktikum (Praxissemester) im Kooperationsunternehmen
  In beiden dualen Studienmodellen wird das Grundpraktikum für den Studiengang sowie das Industriepraktikum im Kooperationsunternehmen durchgeführt.
- Dual-Module
  Folgende Module enthalten Ergänzungen hinsichtlich eines dualen Studiums: Betriebswirtschaftslehre und Projektmanagement, Industriepraktikum, Projektarbeit, Bachelorarbeit.
  Einzelne Veranstaltungen werden nach Möglichkeit von Lehrbeauftragten der Kooperationsunternehmen durchgeführt.
- Abschlussarbeit im Kooperationsunternehmen
  In den dualen Studienmodellen wird die Bachelorarbeit beim Kooperationsunternehmen angefertigt.

Formalrechtliche Regelungen zum dualen Studium für alle Studiengänge der OTH Amberg-Weiden sind in der ASPO (§§ 3, 14 und 27) geregelt.

Modulübersicht

Die Modulübersicht für den Bachelorstudiengang Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz finden Sie bei den Studiengangsunterlagen auf der Homepage.

Module

Modulgruppe 1: Mathematische und naturwissenschaftlich-technische Grundlagen

1.1 Mathematik für Ingenieure I
Mathematics for Engineers I

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Mathematische und naturwissenschaftlich-technische Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/WS	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Harald Schmid	Prof. Queitsch, Prof. Dr. Schmid, Prof. Dr. Kammerdiener, Prof. Dr. Koch

Voraussetzungen*
Prerequisites

Mathematische Grundkenntnisse: sichere Beherrschung des Rechnens mit reellen Zahlen (insbesondere auch Termumformungen mit Variablen), Lösung quadratischer Gleichungen und linearer Gleichungssysteme, Trigonometrie, Vektorrechnung; Grundkenntnisse der Differential- und Integralrechnung

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz • Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik • Kunststofftechnik • Maschinenbau • Mechatronik und digitale Automation • Motorsport Engineering	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Einsicht in die Bedeutung der Mathematik als Grundlage der Ingenieurarbeit. Verständnis wichtiger Zusammenhänge und deren Anwendung auf technische Problemstellungen. Analyse von Abhängigkeiten zur Entwicklung von Lösungsansätzen. Beherrschung der mathematischen Ausdrucksweise.

- **Methodenkompetenz:** Übertragung technischer Probleme auf mathematische Modelle sowie die Anwendung und Auswahl geeigneter Lösungsverfahren. Anwendung geeigneter Entscheidungskriterien ohne Vorliegen von graphischen Darstellungen und Überprüfung der erhaltenen Resultate.

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Mathematisch-naturwissenschaftliches Denken. Wissenschaftliche Kommunikationsfähigkeit. Bewertung und Auswahl konkurrierender Lösungsansätze. Selbstorganisiertes Lernen und systematisches Arbeiten in Übungsgruppen bzw. im Eigenstudium.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Gleichungen und Ungleichungen, lineare Gleichungssysteme, Matrizen und Determinanten, Vektorrechnung, elementare Funktionen, reelle und komplexe Zahlen

Die Übungen werden in Kleingruppen durchgeführt.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Skript; gängige Lehrwerke wie: Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 1+2 (Springer Vieweg); Schmid: Elementare Technomathematik (Springer Spektrum); Erven/Schwägerl: Mathematik für Ingenieure (Oldenbourg); Koch/Stämpfle: Mathematik für das Ingenieurstudium (Hanser); Formelsammlung

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 Minuten / 100 % Studierende, die im Abschlusstest zum Mathematik-Brückenkurs am Anfang des jeweiligen Semesters mindestens 50 % der Punkte erreicht haben, erhalten auf Wunsch 5 % der maximalen Punktezahl aus „Mathematik für Ingenieure I" als Bonuspunkte. Der Antrag auf Bonuspunkte erfolgt durch Vorlage des Brückenkurs-Teilnahmezertifikats in der Prüfung.[1)]	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

1) Eine Teilnahme am Bonussystem ist freiwillig. Es können maximal 25 % der in der Prüfungsleistung erreichbaren Punkte erworben werden. Bonuspunkte verfallen mit Ablauf des Semesters, in dem sie erworben wurden und die Prüfungsleistung des Moduls nicht erfolgreich abgelegt wird.

1.2 Mathematik für Ingenieure II

Mathematics for Engineers II

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Mathematische und naturwissenschaftlich-technische Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Harald Schmid	Prof. Queitsch, Prof. Dr. Schmid, Prof. Dr. Kammerdiener, Prof. Dr. Koch

Voraussetzungen*
Prerequisites

Mathematische Grundkenntnisse: sichere Beherrschung des Rechnens mit reellen Zahlen (insbesondere auch Termumformungen mit Variablen), Lösung quadratischer Gleichungen und linearer Gleichungssysteme, Trigonometrie, Vektorrechnung; Grundkenntnisse der Differential- und Integralrechnung; Inhalte der Lehrveranstaltung Mathematik für Ingenieure I

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz • Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik • Kunststofftechnik • Maschinenbau • Mechatronik und digitale Automation • Motorsport Engineering	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Einsicht in die Bedeutung der Mathematik als Grundlage der Ingenieurarbeit. Verständnis wichtiger Zusammenhänge und deren Anwendung auf technische Problemstellungen. Analyse von Abhängigkeiten zur Entwicklung von Lösungsansätzen. Beherrschung der mathematischen Ausdrucksweise.
- **Methodenkompetenz:** Übertragung technischer Probleme auf mathematische Modelle sowie die Anwendung und Auswahl geeigneter Lösungsverfahren. Anwendung geeigneter Entscheidungskriterien ohne Vorliegen von graphischen Darstellungen und Überprüfung der erhaltenen Resultate.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Mathematisch-naturwissenschaftliches Denken. Wissenschaftliche Kommunikationsfähigkeit. Bewertung und Auswahl konkurrierender Lösungsansätze. Selbstorganisiertes Lernen und systematisches Arbeiten in Übungsgruppen bzw. im Eigenstudium.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Differentialrechnung in einer und mehreren Veränderlichen sowie Integralrechnung in einer Veränderlichen mit typischen Anwendungen aus der Technik (u.a. Kurvendiskussion, Extremwertaufgaben, totales Differential, Flächeninhalte, Bogenlängen, Rotationskörper); Gewöhnliche Differentialgleichungen

Die Übungen werden in Kleingruppen durchgeführt.

Lehrmaterial / Literatur Teaching Material / Reading
Skript; gängige Lehrwerke wie: Papula: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Band 1+2 (Springer Vieweg); Schmid: Elementare Technomathematik & Höhere Technomathematik (Springer Spektrum); Erven/Schwägerl: Mathematik für Ingenieure (Oldenbourg); Koch/Stämpfle: Mathematik für das Ingenieurstudium (Hanser); Formelsammlung
Internationalität (Inhaltlich) Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 Minuten / 100 % Studierende, die einen semesterbegleitenden, digitalen Lernbaustein erfolgreich absolviert haben, erhalten einmalig und auf Wunsch 5 % der maximalen Punktezahl aus "Mathematik für Ingenieure II" als Bonuspunkte. Der Antrag auf Bonuspunkte erfolgt durch Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung in der Prüfung. [1)]	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

1) Eine Teilnahme am Bonussystem ist freiwillig. Es können maximal 25 % der in der Prüfungsleistung erreichbaren Punkte erworben werden. Bonuspunkte verfallen mit Ablauf des Semesters, in dem sie erworben wurden und die Prüfungsleistung des Moduls nicht erfolgreich abgelegt wird.

1.3 Physik
Physics

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Mathematische und naturwissenschaftlich-technische Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jedes Semester	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Matthias Mändl	Prof. Dr. Mändl, Prof. Queitsch

Voraussetzungen*
Prerequisites

Mathematische Grundkenntnisse: Trigonometrie, Vektorrechnung, Differential- und Integralrechnung, Lösung von Gleichungssystemen, Lösen von Differentialgleichungen, komplexe Zahlen

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz • Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik • Kunststofftechnik • Maschinenbau • Mechatronik und digitale Automation • Motorsport Engineering	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Einsicht in die Bedeutung der Physik als Grundlage der Ingenieurarbeit, Verständnis der wichtigsten physikalischen Zusammenhänge und ihre Anwendung auf technische Problemstellungen, Einheitenrechnung, Entwickeln und Lösen von Bewegungsgleichungen
- **Methodenkompetenz:** Analysieren und Anwenden von physikalischen Formeln und Gesetzen, Entwickeln von Formelzusammenhängen zur Lösung technischer Probleme
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Erweiterter naturwissenschaftlich-technischer Denkhorizont

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Physikalische Grundgrößen und Einheiten: SI, Einheitenrechnung
Mechanik: Kinematik, Dynamik, Erhaltungssätze, Bewegungsgleichungen
Schwingungen: Schwingungsdifferentialgleichungen, freie, gedämpfte und erzwungene Schwingungen, Resonanz
Wellen: Dispersionsgesetz, Wellengleichung, Wellen im Raum, Doppler-Effekt, stehende Wellen
Wellenoptik: Reflexion, Brechung, Interferenz, Beugung, Polarisation, Laser, Holographie.
Atomphysik: Wechselwirkung von Strahlung und Materie, elektromagnetische Spektren, Quantenbegriff, Dualismus Welle/Teilchen, Bohrsches Atommodell, Schrödingergleichung, quantenmechanisches Atommodell, Röntgenstrahlung
Kernphysik: Aufbau des Atomkerns und Grundgesetze der Radioaktivität, Kernreaktionen und Kernspaltung, Kernfusion

Lehrmaterial / Literatur Teaching Material / Reading
Skript, Übungsaufgaben, physikalische Simulationsprogramme, Dietmaier/Mändl: Physik für Wirtschaftsingenieure, Hanser 2007 oder jedes andere Physik für Ingenieure Buch, Physikalische Formelsammlung
Internationalität (Inhaltlich) Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %[1)]	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

1) Studierende des Studiengangs Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik können freiwillig am zugehörigen Praktikum teilnehmen (kein Bonus).

1.4 Werkstofftechnik I und Chemie

Basic Material Science and Chemistry

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Mathematische und naturwissenschaftlich-technische Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/WS	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Andreas Emmel	Prof. Dr. Kurzweil, Prof. Dr. Mocker, Prof. Dr. Emmel, Prof. Dr. Koch, Prof. Hummich

Voraussetzungen*
Prerequisites

Grundkenntnisse in den mathematischen und naturwissenschaftlichen Disziplinen

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz • Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik • Maschinenbau • Motorsport Engineering	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Wichtige Grundprinzipien der Chemie als Grundlage der technischen Chemie, Aufbau der Werkstoffe mit Kristallstrukturen, Gitterfehlern und herstellungsbedingten Fehlern, damit Erkennen von Potenzialen, Grenzen und möglichen Fehlern; Fähigkeit zum Qualifizieren und Quantifizieren von Werkstoffeigenschaften

- **Methodenkompetenz:**
  Erkennen von chemischen Problemstellungen im Allgemeinen und im Kontext der technologischen Werkstoffe

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Erweiterung des allgemeinen technischen Grundverständnisses auf Anwendungen in der Chemie und Werkstofftechnik, interdisziplinäres Denken, aktuelle Entwicklungen beim Arbeits- und Umweltschutz einschätzen

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Allgemeine und anorganische Chemie: Atomaufbau und Periodensystem, chemische Reaktionen, chemisches Gleichgewicht, Säuren und Basen, pH-Rechnung, Elektrochemie und chemische Thermodynamik; praktische Anwendungsbeispiele
Organische Chemie mit Einführung in das Bindungsverhalten des Kohlenstoffs und die Stoffklassen mit Reaktionsmechanismen,
Gitteraufbau, Phasenumwandlungen, binäre Zustandsdiagramme, ZTU-Schaubilder, Wärmebehandlung; Mechanismen der Verformung
Herstellung und Verarbeitung der wichtigsten metallischen Werkstoffe. Werkstofffehler
Die wichtigsten mechanischen, technologischen, physikalischen und chemischen Prüfverfahren (zerstörend und zerstörungsfrei)

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

- Skripte
- Mortimer, Chemie, Thieme - aktuelle Auflage
- Kurzweil, Chemie, Springer Vieweg, aktuelle Auflage
- Askeland, Materialwissenschaften, Spektrum, aktuelle Auflage
- Bargel Schulze, Werkstoffkunde, Springer, aktuelle Auflage
- Illschner, Singer, Werkstoffwissenschaften, Springer, aktuelle Auflage
- Merkel, Thomas, TB der Werkstoffe, Hanser, aktuelle Auflage
- u.a.m.

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %[1)]	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

1) Studierende des Studiengangs Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik können freiwillig am zugehörigen Praktikum teilnehmen (kein Bonus).

1.5 Werkstofftechnik II
Material Science II

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Mathematische und naturwissenschaftlich-technische Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Andreas Emmel	Prof. Dr. Emmel, Prof. Dr. Koch, Prof. Hummich, Prof. Dr. Jüntgen

Voraussetzungen*
Prerequisites

Werkstofftechnik I und Chemie

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz • Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik • Maschinenbau • Motorsport Engineering	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbearbeitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Kompetenzentwicklung zum Verstehen der normgerechten Bezeichnung von Metallen (Stahl, Aluminium-, Kupfer-, Titan-, Nickel- und Magnesiumlegierungen sowie Sondermetalle), typische Anwendungen und Einsatzgebiete; technische Keramiken
  Aufbau und Eigenschaften technologischer Kunststoffe für Anwendungen im Maschinen-, Apparatebau sowie als Gebrauchsgut
- **Methodenkompetenz:**
  Analysieren von technologischen, physikalischen und chemischen Vorgängen der o.g. Werkstoffe im Kontext des Anwendungsfalls; Entwicklung technischer Lösungsansätze für Bauteile
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Entwicklung des Grundverständnisses für technologische Werkstoffe, Bauteilgestaltung, -lebensdauer und finale Verwertung

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Wesentliche Eigenschaften und innerer Aufbau von metallischen Knet-, Guss- und Sinterwerkstoffen. Normgerechte Bezeichnung der metallischen Werkstoffe mit Beispielen, sonstige einschlägige Normen. Keramiken und keramische Schichten; Arten, Entstehung, Verminderung und Vermeidung von Werkstoffschädigungen.

Makromoleküle, Bindungskräfte, Kettenstruktur, Wirkung von Additiven. Herstellung. Mechanische, thermische, elektrische, optische, chemische, physikalische Eigenschaften und deren Prüfung. Anwendungen und weitere Themen der Kunststofftechnik.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

- Skripte
- Askeland, Materialwissenschaften, Spektrum, aktuelle Auflage
- Bargel/Schulze, Werkstoffkunde, Springer, aktuelle Auflage
- Illschner/Singer, Werkstoffwissenschaften, Springer, aktuelle Auflage
- Merkel, Thomas, TB der Werkstoffe, Hanser, aktuelle Auflage
- Wegst, Stahlschlüssel, Verlag Stahlschlüssel Wegst, aktuelle Auflage
- Menges/Haberstroh/Michaeli/Schmachtenberg: Menges Werkstoffkunde Kunststoffe (E-Book), aktuelle Auflage
- Hellerich/Harsch/Baur: Werkstoff-Führer Kunststoffe (E-Book), aktuelle Auflage
- Baur/Brinkmann/Osswald/Rudolph/Schmachtenberg: Saechtling Kunststoff Taschenbuch (E-Book), aktuelle Auflage
- u.a.m.

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %[1)]	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

1) Studierende des Studiengangs Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik können freiwillig am zugehörigen Praktikum teilnehmen (kein Bonus).

1.6 Einführung in Energietechnik und Klimaschutz

Introduction to Energy Technology and Climate Protection

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Mathematische und naturwissenschaftlich-technische Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/WS	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Frank Späte	Prof. Dr. Beer, Prof. Dr. Brautsch, Prof. Dr. Lechner, Prof. Späte, Prof. Dr. Taschek, Prof. Dr. Weiß

Voraussetzungen*
Prerequisites

keine

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen, Seminar, Praktikum	Vorlesung, Seminar u. Praktikum = 60 h Vor-/Nachbereitung Eigenstudium Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Nach der Teilnahme an der Veranstaltung haben die Studierenden Kenntnisse/Überblick über die Prozesse, Verfahren und Anlagen der Energietechnik sowie über wesentliche Mechanismen und Zusammenhänge der Energietechnik erworben und deren Auswirkung auf das Klima. Die grundlegenden Fachkompetenzen für alle weiteren Energietechnik-Module im Studium sind vorhanden.

- **Methodenkompetenz:**
  Die Studierenden bekommen einen ersten Einblick in Methoden zur Planung, Analyse und Bewertung von energietechnischen Systemen sowie grundlegender energietechnischer Zusammenhänge. Sie wenden sie z. B. im Projekt an und interpretieren die Ergebnisse.

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Die Studierenden begreifen was die „Energietechnik" bedeutet und beinhaltet und welche Tätigkeitsfelder es für eine*n Energietechnik-Ingenieur*in gibt. Die Studierenden lernen z.B. im Projekt im Team zu arbeiten und dabei Zusammenhänge selbstständig zu erarbeiten, die Ergebnisse einzuschätzen, zu beurteilen und darzustellen.

Die erlernten Kompetenzen werden im Praktikum (Projekt) angewendet und vertieft.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

- Prof. Späte - Einführung und allgemeine Grundlagen: Energieformen, Energiebedarf D/global, Energieressourcen, Primär-/Sekundärenergie, Energiewende, grundlegende energiewirtschaftliche Zusammenhänge wie z.B. Emissionshandel, Zusammenhang anthropogener Treibhauseffekt und Energietechnik, Überblick Solarenergie
- Prof. Dr. Beer – Einblick in die Windenergie-Nutzung
- Prof. Dr. Brautsch – Einblick in Energieeffizienz-Technologien
- Prof. Dr. Taschek – Bedeutung der dezentralen Energiewandlung für den Klimaschutz
- Prof. Dr. Weiß – Einführung in die Kraftwerkstechnik

- Das Praktikum wird in Form eines Projekts durchgeführt und beinhaltet Konzeption, Planung, Bau und Vermessung einer energietechnischen Anlage

Die Durchführung der Veranstaltung erfolgt in Form eines Blockseminars.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

- Folienskripte
- einschlägige Lehrbücher, z.B. J. Karl: Klimawende; C. Drexel: 2 Grad. 1 Tonne.; R. Zahoransky: Energietechnik; J. Karl: Dezentrale Energiesysteme; V. Quaschning: Regenerative Energiesysteme; V. Wesselak u.a.: Regenerative Energietechnik
- Fachzeitschriften, z.B. „BWK", „EW", „et", „Sonnenenergie", „Sonne, Wind und Wärme", „Erneuerbare Energien"
- web-Seiten
- Gesetze, Normen, Richtlinien

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Es werden auch internationale Aspekte und Verflechtungen beleuchtet.

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Studienarbeit	100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

1.7 Klimawandel: Ursachen, Folgen, Risiken

Climate Change: Causes, Consequences, Risks

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Mathematische und naturwissenschaftlich-technische Grundlagen	3

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Matthias Mändl	Prof. Dr. Mändl

Voraussetzungen*
Prerequisites

Chemie, Physik, Thermodynamik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (2 SWS x 15 Wochen) = 30 h Vor-/Nachbereitung Eigenstudium Prüfungsvorbereitung = 60 h = 90 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Kenntnis der naturwissenschaftlichen Grundlagen und Ursachen des anthropogenen Klimawandels, Kenntnis der Handlungsoptionen und deren Wirksamkeit
- **Methodenkompetenz:**
  Fähigkeit zur Risikobewertung, Fähigkeit zur Einschätzung und Bewertung der Potentiale
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Fähigkeit zur Aufbereitung und Präsentation komplizierter naturwissenschaftlicher Zusammenhänge für Kurzvorträge

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

1. Paläoklimatologie und extraterrestrische Klimafaktoren
2. Naturwissenschaftliche Grundlagen des anthropogenen Klimawandels
3. Ursachen und Wirkungsketten der Klimaänderung.
4. Folgen und Risiken
5. Handlungsmöglichkeiten: Rahmenbedingungen und Ziele, Vermeidungsszenarien, Anpassungsmaßnahmen, Geoengineering

Die Übungen werden in Form von Kurzvorträgen durchgeführt.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Aktuelle IPCC-Berichte, z.B. AR5, SROCC, SRCCL, SR1.5;
Skripten (Mändl / Urban);
Rahmstorf, S./Schellnhuber, H. J.: Der Klimawandel, C. H. Beck

Internationalität (Inhaltlich) Internationality		
Hoher Anteil an englischsprachigen Begriffen; Verweis auf internationale Fachliteratur		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	**Art/Umfang inkl. Gewichtung**	**Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen**
Klausur	60 min /100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

Modulgruppe 2: Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen

2.1 Elektrotechnik I
Electrical Engineering I

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Matthias Wenk	Prof. Dr. Bleibaum, Prof. Dr. Breidbach, Prof. Dr. Frenzel, Prof. Dr. Wenk, Prof. Dr. Wolfram

Voraussetzungen*
Prerequisites

Mathematische Grundkenntnisse: Vektorrechnung, Differential- und Integralrechnung, lineare Gleichungssysteme und deren Lösung, Differentialgleichungen und deren Lösung, komplexe Zahlen

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz • Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik • Kunststofftechnik • Maschinenbau • Mechatronik und digitale Automation • Motorsport Engineering	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium = 60 h Prüfungsvorbereitung = 30 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Einsicht in die Funktionsweise von elektrotechnischen Schaltungen und Anlagen, Verständnis der wichtigsten elektrotechnischen Zusammenhänge und ihre Anwendung auf technische Problemstellungen
- **Methodenkompetenz:** Analysieren und Anwenden von elektrotechnischen Formeln und Gesetzen, Entwickeln elektrotechnischer Formelzusammenhänge zur Lösung elektrotechnischer Probleme, Aufbereitung von Rechenergebnissen nach wissenschaftlich-technischen Grundsätzen (Diagramm- und Schaltbilddarstellung), selbstständige Analyse elektrischer Schaltungen und Bewertung von Rechenergebnissen
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Erweiterung des naturwissenschaftlich-technischen Denkhorizonts, selbstorganisiertes Lernen in Lerngruppen

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Elektrotechnische Grundgrößen und Einheiten: SI, Definition elektrischer Grundgrößen, Einheitenrechnung
Elektrotechnische Grundgesetze und Bauelemente: Zweipole, Vierpole, Bauelementgesetze, Kirchhoffsche Gesetze und Widerstandsnetze
Analyse linearer elektrischer Schaltungen: systematische Berechnung elektrischer Netzwerke
Analyse transienter Vorgänge im Zeitbereich: Ein- und Ausschaltvorgänge
Wechselstromlehre linearer Netzwerke: komplexe Wechselstromrechnung und komplexe Leistung, Übertragungsfunktion und Frequenzgang
Drehstromsysteme: komplexe Drehstromrechnung symmetrischer und unsymmetrischer Lasten am symmetrischen Drehstromnetz

Lehrmaterial / Literatur

Teaching Material / Reading
Kurzweil, P. et al.: Physik Formelsammlung, 4. Auflage, Springer Vieweg Wiesbaden, 2017 oder ältere Auflagen
Internationalität (Inhaltlich) Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	60 min / 100 % Teile der Prüfung können mittels Antwort-Auswahl-Verfahren (MC-Verfahren) durchgeführt werden.[1)]	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

1) Mit Hilfe des Antwort-Auswahl-Verfahrens ist es als einziges Prüfungsverfahren möglich, die Methodenkompetenz hinsichtlich des Verstehens der Funktionsweise sowie der Beurteilung zur geeigneten Auswahl von elektrotechnischen Verfahren zu überprüfen, ohne dass eine umfangreiche Beantwortung der Fragen durch die Studierenden erfolgen muss. Dadurch können im Gegensatz zu einem offenen Antwortformat im Bereich der Methodenkompetenz deutlich mehr Fragen beantwortet werden, was zu einer Erhöhung der Messgenauigkeit in diesem Bereich.

2.2 Regelungs- und Steuerungstechnik
Control Engineering

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/WS	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Armin Wolfram	Prof. Dr. Frenzel, Prof. Dr. Wolfram

Voraussetzungen*
Prerequisites

Mathematische Grundkenntnisse: Differential- und Integralrechnung, Lösung von Gleichungssystemen, Lösen von Differentialgleichungen, komplexe Zahlen
Elektrotechnische Grundkenntnisse: Knoten- und Maschenregel, Aufstellen von Differentialgleichungen für einfache passive Schaltungen
Mechanische Grundkenntnisse: Kinematik, Dynamik, Erhaltungssätze, Bewegungsgleichungen

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz • Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik • Maschinenbau • Mechatronik und digitale Automation • Motorsport Engineering	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Die Studierenden erlangen ein grundlegendes Verständnis für Konzepte, Begriffe und interdisziplinäre Zusammenhänge der Regelungs- und Steuerungstechnik. Sie können Systeme aus unterschiedlichen technischen Bereichen mit einheitlichen Methoden im Zeit- und Frequenzbereich analysieren. Die Studierenden lernen grundlegende Regelungsstrukturen kennen und haben Kenntnis davon, dass es aufgrund der Kreisstruktur zu Stabilitätsproblemen kommen kann. Sie sind in der Lage, Stabilitätsuntersuchungen durchzuführen, geeignete Regler auszuwählen, zu parametrieren und zu bewerten.

- **Methodenkompetenz:**
  Die Studierenden sind befähigt, technische Systeme zu abstrahieren und in Form von Blockschaltbildern zu beschreiben. Sie können regelungstechnische Probleme aus unterschiedlichen technischen Disziplinen mittels Differentialgleichungen, Übertragungsfunktionen und Frequenzgängen darstellen. Die Studierenden sind in der Lage, eine Reglersynthese für einschleifige Regelkreise durchzuführen.

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Fähigkeit, über regelungstechnische Inhalte und Probleme sowohl mit Fachkollegen als auch z.B. innerhalb von Projektgruppen mit fachfremden Kollegen zielführend zu kommunizieren.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Einführung: Grundbegriffe der Regelungs- und Steuerungstechnik, Blockschaltbilddarstellung
Beschreibung und Analyse im Zeitbereich: Modellbildung, grundlegende Übertragungsglieder, Sprungantworten, Standardregelkreis, Grundtypen linearer Standardregler
Beschreibung und Analyse im Frequenzbereich: Laplacetransformation, Lösen linearer Differentialgleichungen, Bode-Diagramme, Übertragungsfunktionen des Standardregelkreises, Führungs- und Störverhalten
Stabilität linearer Regelkreise: Routh/Hurwitz-Kriterium, Nyquist-Kriterium, Phasen- und Amplitudenrand
Synthese linearer Regelkreise: Regelgütekriterien, Frequenzkennlinienverfahren, Wurzelortskurvenverfahren, empirische Einstellregeln

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Skript;
Lunze, J. (2016): Regelungstechnik 1 – Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, 11. Auflage, Springer Verlag, Berlin.
Wendt, W. und H. Lutz (2014): Taschenbuch der Regelungstechnik – mit MATLAB und Simulink, 10. Auflage, Europa Lehrmittel Verlag, Frankfurt am Main.

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %[1)] Teile der Prüfung können mittels Antwort-Auswahl-Verfahren (MC-Verfahren) durchgeführt werden.[2)]	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

1) Studierende des Studiengangs Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik können am zugehörigen Praktikum teilnehmen (20 % Bonus).
Eine Teilnahme am Bonussystem ist freiwillig. Es können maximal 25 % der in der Prüfungsleistung erreichbaren Punkte erworben werden. Bonuspunkte verfallen mit Ablauf des Semesters, in dem sie erworben wurden und die Prüfungsleistung des Moduls nicht erfolgreich abgelegt wird.

2) Mit Hilfe des Antwort-Auswahl-Verfahrens ist es als einziges Prüfungsverfahren möglich, die Methodenkompetenz hinsichtlich des Verstehens der Funktionsweise sowie der Beurteilung der Streckendynamik zur geeigneten Auswahl von Regelungs- und Steuerungsstrukturen zu überprüfen, ohne dass eine umfangreiche Beantwortung der Fragen durch die Studierenden erfolgen muss. Dadurch können im Gegensatz zu einem offenen Antwortformat im Bereich der Methodenkompetenz deutlich mehr Fragen beantwortet werden, was zu einer Erhöhung der Messgenauigkeit der vermittelten Kompetenzen führt.

2.3 Messtechnik
Measurement Technology

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Armin Wolfram	Prof. Dr. Wolfram, Prof. Dr. Breidbach

Voraussetzungen*
Prerequisites

Mathematische Grundkenntnisse: Differential- und Integralrechnung, Lösung von Gleichungssystemen, Lösen von Differentialgleichungen, komplexe Zahlen
Physikalische Grundkenntnisse: Physikalische Grundgrößen und Einheiten, Mechanik, Schwingungen, Wellen, Akustik, Wellenoptik
Elektrotechnische Grundkenntnisse: Gleichstromtechnik, Komplexe Wechselstromlehre
Technische Strömungsmechanik: Bernoulli-Gleichung, Strömungen durch Rohrleitungen

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz • Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik • Kunststofftechnik • Maschinenbau • Mechatronik und digitale Automation • Motorsport Engineering	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Die Studierenden erlangen ein Verständnis für grundlegende Begriffe, Prinzipien und Strukturen der Messtechnik. Sie sind in der Lage, Anforderungen für Messaufgaben zu formulieren und verschiedene Messeinrichtungen bzw. Sensoren anhand unterschiedlicher Kriterien zu beurteilen und zu unterscheiden. Sie kennen wichtige Wandlungsprinzipien zur Erfassung gängiger physikalischer Messgrößen und sind mit grundlegenden Strukturen zur analogen und digitalen Signalverarbeitung vertraut.

- **Methodenkompetenz:**
  Die Studierenden sind befähigt, den Signalfluss von Messstrukturen grafisch darzustellen und die Empfindlichkeiten einzelner Wandlungsschritte zu quantifizieren. Sie können statische Kennlinien sowie Frequenzgänge von Sensoren beurteilen und eine Fehlerrechnung zur Ermittlung des vollständigen Messergebnisses durchführen. Zudem sind sie in der Lage, wichtige Wandlungsprinzipien formelmäßig zu beschreiben und auf dieser Grundlage Berechnungen auszuführen.

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, eigenständig technische Informationen zu Messeinrichtungen zu beschaffen, auszuwerten und anzuwenden. Sie sind in der Lage, unterschiedliche messtechnische Verfahren zu verstehen, zu vergleichen und eine fundierte Meinung über deren Leistungsfähigkeit zu gewinnen.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Einführung & Messauswertung: Wichtige Begriffe, Basiseinheiten, Prinzipien und Strukturen von Messeinrichtungen, Arten von Messfehlern, Fehlerrechnung, Fehlerfortpflanzung
Eigenschaften von Messgliedern: Statische und dynamische Messeigenschaften, Abtastung von Messsignalen
Aktive Wandler: Piezoelektrische Aufnehmer, elektrodynamische Aufnehmer, Thermoelemente, fotoelektrische Effekte
Passive Wandler: Widerstandsänderungen, induktive Aufnehmer, kapazitive Aufnehmer
Industrielle Messverfahren zur Bestimmung elektrischer und nichtelektrischer Größen wie z.B. Temperatur, Kraft, Beschleunigung, Druck, Durchfluss, Weg, Winkel, Torsion usw. sowie Messverstärker.

Hinweis für dual Studierende im Studiengang Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik: Dual Studierende sollen Beispiele aus der Praxis einbringen.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Skript;
Kurzweil, P. et al. (2017): Physik Formelsammlung, 4. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden.
Schrüfer, E. / Reindl, L. / Zagar, B. (2018): Elektrische Messtechnik: Messung elektrischer und nichtelektrischer Größen, 12. Auflage, Carl Hanser Verlag, München.
Niebuhr, J / Lindner, G. (2011): Physikalische Messtechnik mit Sensoren, 6. Auflage, Oldenbourg Verlag, München.
Parthier, R. (2016): Messtechnik: Grundlagen und Anwendungen der elektrischen Messtechnik für alle technischen Fachrichtungen und Wirtschaftsingenieure, 8. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden.

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %[1)] Teile der Prüfung können mittels Antwort-Auswahl-Verfahren (MC-Verfahren) durchgeführt werden. [2)]	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

2) Studierende des Studiengangs Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik können am zugehörigen Praktikum teilnehmen (10 % Bonus).
Eine Teilnahme am Bonussystem ist freiwillig. Es können maximal 25 % der in der Prüfungsleistung erreichbaren Punkte erworben werden. Bonuspunkte verfallen mit Ablauf des Semesters, in dem sie erworben wurden und die Prüfungsleistung des Moduls nicht erfolgreich abgelegt wird.

3) Mit Hilfe des Antwort-Auswahl-Verfahrens ist es als einziges Prüfungsverfahren möglich, die Methodenkompetenz hinsichtlich des Verstehens der Funktionsweise sowie der Beurteilung zur geeigneten Auswahl von Messeinrichtungen zu überprüfen, ohne dass eine umfangreiche Beantwortung der Fragen durch die Studierenden erfolgen muss. Dadurch können im Gegensatz zu einem offenen Antwortformat im Bereich der Methodenkompetenz deutlich mehr Fragen beantwortet werden, was zu einer Erhöhung der Messgenauigkeit in diesem Bereich führt.

2.4 Technische Thermodynamik
Technical Thermodynamics

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jedes Semester	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Marco Taschek	Prof. Dr. Bleibaum, Prof. Dr. Mocker, Prof. Dr. Prell. Prof. Dr. Taschek, Prof. Dr. Weiß

Voraussetzungen*
Prerequisites

Ingenieurmathematik, Physik: Grundgrößen, SI-Einheiten, Einheitenrechnung, Differential- und Integralrechnung, Lösung von Gleichungssystemen, Lösen von Differentialgleichungen

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz • Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik • Kunststofftechnik • Maschinenbau • Mechatronik und digitale Automation • Motorsport Engineering	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Einsicht in die Bedeutung der Thermodynamik als Grundlage der Ingenieurarbeit, Verständnis der wichtigsten thermodynamischen Zusammenhänge und ihre Anwendung auf technische Problemstellungen
  - Kenntnis der Gesetzmäßigkeiten der Energieumwandlung
  - Kenntnis der Eigenschaften und des Verhaltens von Gasen und Dämpfen
  - Kenntnis der Kreisprozesse
  - Fertigkeit zur Berechnung der Eigenschaften und Zustandsänderungen von Gasen und Dämpfen
  - Fertigkeit die Erhaltungs- und Zustandsgleichungen der Thermodynamik zur Lösung von Problemstellungen anzuwenden
  - Fertigkeit zur Berechnung von Energieumwandlungen und Kreisprozessen

- **Methodenkompetenz:** Analysieren und Anwenden von Formeln und Gesetzen der Thermodynamik.
  - Analyse thermischer Zustandsänderungen mit Hilfe der Hauptsätze der Thermodynamik
  - Abstraktion technischer Anlagen und Analyse der vereinfachten Prozesse und Beurteilung deren Effizienz
  - Entwickeln von Formelzusammenhängen zur Lösung technischer Probleme

- **Persönliche Kompetenz** (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz): Erweiterter naturwissenschaftlich-technischer Denkhorizont, selbstorganisiertes Lernen in Lerngruppen

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

- Einführung in die technische Thermodynamik: Aufgaben der Thermodynamik, Verwendete Größen und Einheiten, Grundbegriffe.
- Zustandsgleichungen von idealen Gasen und Gasmischungen: thermische, kalorische Zustandsgleichung, Wärmekapazitäten
- Erster Hauptsatz der Thermodynamik: Allgemeine Formulierung; geschlossenes und offenes System
- Zweite Hauptsatz; reversible und irreversible Vorgänge, Entropie, Exergie.
- Kreisprozesse mit idealen Gasen; Carnot, Joule, Stirling, Diesel, Otto
- Reale Gase und ihre Eigenschaften; reales Verhalten reiner Stoffe, Zustandsänderungen und deren Anwendungen,
- Kreisprozesse mit Dämpfen: Clausius Rankine, Kältemaschine, Wärmepumpe
- Mischungen von Gasen und Dämpfen (feuchte Luft), Zustandsänderungen

Bei Bedarf wird ein Tutorium angeboten.

Anmerkung: Zu diesem Modul gibt es ein zugehöriges Praktikum (siehe Modul „Ingenieurwissenschaftliches Praktikum"). Experimente aus den oben genannten Wissensgebieten unterstützen die Vertiefung des Stoffes.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Vorlesungsskript, Übungsaufgaben,
Bücher:
- Einführung in die Thermodynamik, G. Cerbe, H.-J. Hoffmann, Carl Hanser Verlag, München,
- Technische Thermodynamik, Hahne, Addison-Wesley,
- Thermodynamik, H. D. Baehr, Springer Verlag, Berlin,
- Thermodynamik, Band 1, Einstoffsysteme, K. Stephan, F. Mayinger, Springer Verlag, Berlin,
- oder jedes andere Thermodynamik Buch, Formelsammlung

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %[1)]	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

3) Studierende des Studiengangs Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik können am zugehörigen Praktikum teilnehmen (20 % Bonus).
Eine Teilnahme am Bonussystem ist freiwillig. Es können maximal 25 % der in der Prüfungsleistung erreichbaren Punkte erworben werden. Bonuspunkte verfallen mit Ablauf des Semesters, in dem sie erworben wurden und die Prüfungsleistung des Moduls nicht erfolgreich abgelegt wird.

2.5 Informatik I

Computer Science I

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jedes Semester	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Matthias Wenk	Prof. Dr. Bleibaum, Prof. Dr. Breidbach, Prof. Dr. Schmid, Prof. Dr. Wolfram, Prof. Dr. Wenk

Voraussetzungen*
Prerequisites

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz • Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik • Kunststofftechnik • Maschinenbau • Mechatronik und digitale Automation • Motorsport Engineering	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium = 60 h Prüfungsvorbereitung = 30 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Die Studierenden erwerben theoretische und praxisorientierte Grundkenntnisse der Darstellung von Daten, der Rechnerarchitektur, dem Aufbau von Software sowie der Vernetzung von Rechnern. Sie lernen grundlegende Datenstrukturen und Sprachelemente der prozeduralen Programmierung kennen und sind in der Lage, einfache Aufgabenstellungen in einer konkreten Programmiersprache umzusetzen.
- **Methodenkompetenz:** Die Studierenden erlangen das Grundwissen über den Aufbau von Rechnerstrukturen und können z. B. die Funktionsweise von Speichern und arithmetischen Einheiten erläutern. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, konkrete Programmieraufgaben in einer höheren Programmiersprache zu formulieren, die erarbeiteten Programme in einen Rechner einzugeben und zu testen. Ferner können sie die Gesamtaufgabe strukturieren und in Teilaufgaben zerlegen. Die Studierenden erlernen die Fähigkeit, einfache Datenstrukturen und Algorithmen zur Abbildung von Programmieraufgaben zu finden.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Bewerten der eigenen Programme und der Programme anderer, Durchführen von Übungen in Kleingruppen, selbstorganisiertes Lernen in Lerngruppen

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Grundlagen:
Zahlensysteme: Dualzahlen, Zweierkomplement, Hexadezimalzahlen, Festkomma- und Gleitkommadarstellung, Buchstabencodes
Mikroprozessoren & Rechnerarchitektur: Rechnerarchitektur, Mikroprozessoren, Bussysteme, Speicherarten, Optimierungen, Mikrocontroller
Betriebssysteme & Software: Betriebssysteme, Programmiersprachen
Netzwerktechnik: Kommunikationsmodelle, OSI-Referenzmodell, Internet

Erlernen einer Programmiersprache:
C-Programmierung: Prozedurale Programmierung, Variablen und Variablenoperationen, Verzweigungen, Schleifen, Felder (Arrays), Funktionen

Lehrmaterial / Literatur Teaching Material / Reading
Skript; Herold, H., B. Lurz und J. Wohlrab (2012): Grundlagen der Informatik, 2. Auflage, Pearson Verlag, München. Gumm, H. P. und M. Sommer (2012): Einführung in die Informatik, 10. Auflage, Oldenbourg Verlag, München.
Internationalität (Inhaltlich) Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	**Art/Umfang inkl. Gewichtung**	**Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen**
Klausur	90 min / 100 % Teile der Prüfung können mittels Antwort-Auswahl-Verfahren (MC-Verfahren) durchgeführt werden.[1)]	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

1) Mit Hilfe des Antwort-Auswahl-Verfahrens ist es als einziges Prüfungsverfahren möglich, die Methodenkompetenz hinsichtlich des Verstehens der Funktionsweise sowie der Beurteilung zur geeigneten Auswahl von informationstechnischen Verfahren zu überprüfen, ohne dass eine umfangreiche Beantwortung der Fragen durch die Studierenden erfolgen muss. Dadurch können im Gegensatz zu einem offenen Antwortformat im Bereich der Methodenkompetenz deutlich mehr Fragen beantwortet werden, was zu einer Erhöhung der Messgenauigkeit in diesem Bereich führt.

2.6 Technische Strömungsmechanik
Technical Fluid Mechanics

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jedes Semester	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Olaf Bleibaum	Prof. Dr. Beer, Prof. Dr. Bischof, Prof. Dr. Bleibaum, Prof. Dr. Weiß

Voraussetzungen*
Prerequisites

Mathematik für Ingenieure I, Technische Mechanik bzw. Technische Mechanik I und II, Physik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz • Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik • Kunststofftechnik • Maschinenbau • Motorsport Engineering	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium = 60 h Prüfungsvorbereitung = 30 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Kenntnisse der Gesetzmäßigkeiten der Strömungsmechanik und des Ablaufs technischer Strömungsvorgänge, Verständnis für Anwendungen der Strömungsmechanik in technischen Fragestellungen, Kenntnisse von Messverfahren zur Untersuchung strömungsmechanischer Probleme.

- **Methodenkompetenz:**
  Fähigkeiten zur Analyse von technischen Strömungsvorgängen und zur Durchführung von typischen Berechnungen, Erfahrungen im Umgang mit Formeln und der Interpretation von Ergebnissen

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Entwicklung von Methoden zum Lösen von strömungsmechanischen Problemen, Diskussion von Ergebnissen im Team

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Hydrostatik und Aerostatik,
Grundgleichungen der Fluidmechanik (Kinematik, Kontinuitätsgleichung, Energie-, Impuls- und Drehimpulssatz),
Reibungsfreie und reibungsbehaftete Strömungen,
Rohrhydraulik, Berechnung von Armaturen,
Umströmung von Körpern,
Strömungen kompressibler Fluide

Lehrmaterial / Literatur Teaching Material / Reading
Skript, W. Bohl, W. und W. Elmendorf, "Technische Strömungslehre", Vogel (2008), W. Kümmel, „Technische Strömungsmechanik", Teubner (2001), F. White, „Fluid Mechanics", McGraw Hill (2016), H. Sigloch. "Technische Fluidmechanik", Springer (2008)
Internationalität (Inhaltlich) Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %[1)]	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

1) Studierende des Studiengangs Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik können am zugehörigen Praktikum teilnehmen (25 % Bonus).
Eine Teilnahme am Bonussystem ist freiwillig. Es können maximal 25 % der in der Prüfungsleistung erreichbaren Punkte erworben werden. Bonuspunkte verfallen mit Ablauf des Semesters, in dem sie erworben wurden und die Prüfungsleistung des Moduls nicht erfolgreich abgelegt wird.

2.7 Wärme- und Stofftransport
Heat and Mass Transfer

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen	3

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jedes Semester	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Werner Prell	Prof. Dr. Bleibaum, Prof. Dr. Taschek, Prof. Dr. Prell

Voraussetzungen*
Prerequisites

- Mathematik
- Physik
- Technische Strömungsmechanik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz • Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik • Kunststofftechnik • Maschinenbau • Motorsport Engineering	Seminaristischer Unterricht mit Übungen, Praktikum	Vorlesung inkl. Praktikum = 30 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 60 h = 90 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Verstehen und Berechnen von Wärmeübertragungsprozessen durch Leitung, freie und erzwungene Konvektion sowie Strahlung
  Verstehen und Berechnen von instationären Prozessen mit zeitlicher Temperaturänderung von und in Materialien
  Verstehen der vorhandenen Analogien bei Wärme- und Stofftransportprozessen

- **Methodenkompetenz:**
  Erlernen und Verstehen der grundlegenden Mechanismen zur Wärme- und Stoffübertragung
  Anwenden von Formeln und Gesetzen bzw. Entwickeln von Formelzusammenhängen
  Aufstellen und Lösen von Energie-, Stoff- und Impulsbilanzen
  Kombinieren und Anwenden der verschiedenen Übertragungsmechanismen, um stationäre und instationäre Prozesse zu berechnen
  Kritisches Beurteilen von Versuchs- und Rechenergebnissen sowie Anlagendaten und sonstigen Prozessinformationen
  Übertragen der in der Wärmeübertragung gewonnenen Erkenntnisse auf die Stoffübertragung

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Erkennen und Verbessern der eigenen Teamfähigkeit bei der Arbeit in Kleingruppen (Lerngruppen, Praktika, …)

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

- Stationäre Wärmeleitung in ruhenden Medien
- Stationärer Wärmedurchgang durch mehrere Schichten
- Stationäre Wärmeleitung mit Wärmequelle
- Wärmeleitung in Rippen
- Instationäre Wärmeleitung (Gröber-Diagramme und Modell „Lumped capacity")
- Wärmeübertragung durch Konvektion ohne Phasenwechsel (erzwungene und freie Konvektion - Nusseltbeziehungen)
- Wärmeübertragung durch Konvektion mit Phasenwechsel (Verdampfen und Kondensieren)
- Wärmeübertragung durch Strahlung
- Analogie von Wärme- und Stofftransport

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

P. von Böckh: Wärmeübertragung (Springer Vieweg Verlag)
H. Baehr: Wärme- und Stoffübertragung (Springer Vieweg Verlag)
H. Herwig: Wärmeübertragung (Springer Vieweg Verlag)
VDI-Wärmeatlas (Springer Verlag)
… u.v.m.
Vorlesungsskript Wärme- und Stofftransport des jeweiligen Dozenten

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

-

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	60 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

2.8 Konstruktion & CAD
Engineering Design & CAD

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Horst Rönnebeck	N. N.

Voraussetzungen*
Prerequisites

-***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Kenntnis der Normen des technischen Zeichnens. Verständnis der wichtigsten Regeln zum Gestalten technischer Produkte. Anwenden eines 3D-CAD-Programmes. Grundlegende Kenntnisse zum Auslegen von Maschinenelementen.

- **Methodenkompetenz:**
  Auslegen und entwickeln einfacher technischer Produkte unter Anwendung wichtiger Gestaltungsregeln und Regeln des technischen Zeichnens.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Technisches Zeichnen, Toleranzen, Passungen, Oberflächen, Normung. Gestaltungsregeln für Teile unter Berücksichtigung der Herstellung und der Werkstoffe, Entwicklungsmethodik; 3D-CAD, Grundlagen, Modellerstellung, Zeichnungsableitung. Kenntnisse von häufig verwendeten Normteilen wie z.B. Schrauben, Muttern, Dichtringe, Sicherungsringe, Passfedern, Wälzlager. Grundlagen der Auslegung von Maschinenelementen z.B.: Schraubenverbindungen, Welle-Nabe-Verbindungen, Lagerungen und Federn.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Skript zur Vorlesung; CAD-Software: Creo
Wyndorps, P.: 3D-Konstruktion mit Creo Parametric und Windchill: PTC Creo 4.0 und PTC Windchill; 3. Aufl.; Verlag Europa-Lehrmittel; Haan-Gruiten, 2018
Hoischen, H., Hesser, W.: „Technisches Zeichnen", 37. Aufl., Cornelsen Verlag, Berlin, 2020;
Labisch, S.; Weber, Ch.: „Technisches Zeichnen", 4. Aufl., Vieweg Verlag, Braunschweig, Leipzig, 2014;
Fischer, U.; u.a.: Tabellenbuch Metall. 48. Aufl., Haan-Gruiten: Verlag Europa-Lehrmittel 2019.
Matek, W.; Muhs, D.; Wittel, H.; Becker, M.; Jannasch, D.: Roloff/Matek Maschinenelemente; 24. Aufl.; Springer Vieweg Verlag; Braunschweig, Wiesbaden, 2019.

Internationalität (Inhaltlich) Internationality		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	**Art/Umfang inkl. Gewichtung**	**Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen**
Klausur	120 min / 100 % Neben der Beantwortung von Grundlagenfragestellungen ist eine kleinere CAD-Aufgabe am PC zu behandeln.	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

2.9 Technische Mechanik
Engineering Mechanics

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/WS	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Heinrich Kammerdiener	Prof. Dr. Kammerdiener

Voraussetzungen*
Prerequisites

Grundkenntnisse der Mathematik (Trigonometrie, Differential- und Integralrechnung, Lösen quadratischer Gleichungen und linearer Gleichungssysteme)

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium = 45 h Prüfungsvorbereitung = 45 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Verstehen der physikalischen Größen Kraft, Kräftepaar/Moment, Spannung, Verzerrung. Bewerten des Lastverformungsverhaltens eines Werkstoffs. Interpretieren der Grundbelastungsarten und der zugehörigen Formeln zur Berechnung von Normalspannungen an elastischen Tragwerken.

- **Methodenkompetenz:** Rechnen mit gerichteten/vektoriellen Größen. Anwenden des Schnittprinzips zur Berechnung von Auflagerreaktionen und Schnittgrößen. Berechnen von Normalspannungen an Tragwerken. Bewerten der Versagensmöglichkeiten einer Konstruktion. Dimensionieren/Auslegen eines Bauteils auf zulässige Spannungen (Festigkeit). Bewerten der Ergebnisse hinsichtlich Plausibilität und Umsetzbarkeit.

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Ingenieurwissenschaftliches Denken/Herangehen/ Umsetzen/Hinterfragen. Bewerten konkurrierender Lösungsansätze. Eigenständiges/zielgerichtetes Lernen in Übungsgruppen und im Eigenstudium.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Grundlagen der Vektorrechnung.
Schnittprinzip.
Kraft- und Kräftepaar/Moment.
Zentrale und allgemeine Kräftesysteme, Reduktion, Zerlegung einer Kraft, Gleichgewicht.
Auflager- und Zwischenreaktionen an einteiligen und mehrteiligen Systemen starrer Körper. Statische und kinematische Bestimmtheit, Abzählkriterium.
Schnittgrößen an ebenen Systemen.
Schwerpunkt.
Spannungs- und Verzerrungstensor, Materialgesetz für linear-elastische, isotrope Werkstoffe.
Stäbe unter reiner Normalkraftbeanspruchung, Werkstoffverhalten im einachsigen Zugversuch, Spannungs-Dehnungs-Diagramme mit Fließgrenze und Zugfestigkeit, Sicherheitsbeiwerte und Bemessung auf zulässige Spannungen.
Zweiachsige Biegung mit Normalkraft, Flächenträgheitsmomente, Satz von Steiner, Neutrale Faser.
Ergänzend (abhängig von der Anzahl der Veranstaltungen und nicht prüfungsrelevant): Schubspannungen infolge Querkraft (symmetrischer Vollquerschnitt) und Schubspannungen infolge Torsion (Kreis- und Kreisringquerschnitt, dünnwandige geschlossene und offene Profile).

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Skript zur Vorlesung; Aufgabensammlung; Formelsammlung; Sammlung alter Klausuren mit ausführlichen Lösungen
Gross/Hauger/Schröder/Wall/…:
Technische Mechanik 1 + 2, Statik + Elastostatik, Springer Vieweg
Engineering Mechanics 1 + 2: Statics + Mechanics of Materials (recommended for foreign students)
Bruhns/Lehmann:
Elemente der Mechanik I + II, Einführung, Statik + Elastostatik, Vieweg
Dankert/Dankert:
Technische Mechanik: Statik, Festigkeitslehre, Kinematik/Kinetik, Springer Vieweg

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

2.10 Mess- und Analyseverfahren in der Energietechnik

Measurement and Analysis Methods in Energy Technology

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/WS	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Matthias Mändl	Prof. Dr. Beer, Prof. Dr. Mändl

Voraussetzungen*
Prerequisites

Chemie, Physik, Strömungsmechanik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium = 60 h Prüfungsvorbereitung = 30 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Kenntnis der wichtigsten Methoden der instrumentellen chem. Analytik; in der Energietechnik relevante Stoffe analytisch charakterisieren und bewerten; Laborbefunde, Schadstoffanalysen und Lärmgutachten fachlich beurteilen.
- **Methodenkompetenz:** geeignete instrumentell-analytische Methoden und Probennahmeverfahren auswählen, Bewertung von Schallemissions- und imissionsmessungen nach DIN/ISO und TA-Lärm; Auswertung und Bewertung von Emissionsmessungen im Bereich der TA-Luft, 1., 13. und 17. BImSchV
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** kritischer Umgang mit und Bewertung von analytischen Messergebnissen

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

1. Einblick in die Grundlagen der instrumentellen Analytik anhand von Anwendungsbeispielen
2. Aufbau, Funktion und Anwendung von Spektrometern (AAS, ICP-OES, REM/EDX, RFA, XRD, Fotometrie, FTIR)
3. Thermoanalyse (TGA. DSC), Chromatografie und Massenspektrometrie
4. Grundlagen der Akustik, Schallmesstechnik nach DIN/ISO und TA-Lärm
5. Einführung in die Grundlagen der gängigen Emissionsmessverfahren für gas- und partikelförmige Schadstoffe (IR- und UV-Methoden, FID, CLD, gravimetrische Staubmessung, Laserstreulichtmethoden)
6. Auswertung von Emissionsmessungen: Umrechnung auf Bezugssauerstoffgehalt und trockenen Zustand der Probe, Vergleich mit Grenzwerten

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

1. Skriptum, Praktikumsanleitung
2. Skoog et al., Instrumentelle Analytik, Springer, neueste Auflage.
3. Kurzweil/Hug, Tabellenbuch der analytischen Chemie, Europa Lehrmittel, neueste Auflage.
4. Lehrbücher der Technischen Akustik
5. Einschlägige Gesetze, Normen, TA-Lärm/Luft
6. Baumbach et al., Luftreinhaltung, Springer, neueste Auflage

Internationalität (Inhaltlich) Internationality		
Hoher Anteil an englischsprachigen Begriffen; Verweis auf internationale Literatur		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	**Art/Umfang inkl. Gewichtung**	**Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen**
Klausur	60 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

2.11 Kolbenmaschinen
Reciprocating Engines

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	–

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Marco Taschek	Prof. Dr. Taschek

Voraussetzungen*
Prerequisites

Mathematik, Physik, Chemie, Technische Thermodynamik, Strömungsmechanik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz • Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Kenntnisse über Aufbau, Funktion, Betriebsverhalten und Einsatzgebieten von Verbrennungsmotoren
  Kenntnis der Arbeitsweise und thermodynamischen Prozesse
  Kenntnis über die motorische Wirkkette
  Kenntnis der motorischen Zusammenhänge in Bezug auf die Schadstoffbildung und -emission
  Kenntnis über Maßnahmen zur Abgasnachbehandlung
  Fähigkeit zur Berechnung und der thermischen Kreisprozesse
  Fähigkeit zur Berechnung einfacher Verbrennungsvorgänge
  Fähigkeit zur Berechnung von Auslegungskenngrößen

- **Methodenkompetenz:**
  Analysieren und Anwenden von erlernten Formeln und Gesetzen zur Auswahl geeigneter Verbrennungsmotoren
  Selbständige Analyse und Beurteilung der Potentiale von Verbrennungsmotoren
  Analysieren der motorischen Verbrennung und Bewertung motorischer Wechselwirkungen (Ladungswechsel, Gemischbildung etc.)
  Protokollierung von Experimenten nach wissenschaftlichen Grundsätzen (Diagrammdarstellung, Literaturzitate, Fehlerrechnung)
  Selbständige Analyse und Bewertung von Messergebnissen

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Erweiterter naturwissenschaftlich-technischer Denkhorizont
  Selbständiges Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten in Kleingruppen unter Einhaltung von Terminen
  Selbstorganisiertes Lernen in Lerngruppen

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

- Überblick über die Verfahren, Bauarten und Einsatzgebiete der Verbrennungsmotoren
- Aufbau, Mechanik, Steuerung des Verbrennungsmotors mit Durcharbeitung ausgewählter Baugruppen (z.B. Ventiltrieb, Einspritzsystem, Aufladung)
- Thermodynamik des Verbrennungsmotors (Arbeitsverfahren, Idealprozesse, Prozesse der vollkommenen Maschine, Realprozess)
- Grundlagen der motorischen Verbrennung (Kraftstoffe, Gemischbildung, Zündprozesse, Verbrennung)
- Kenngrößen- und Auslegungsberechnung von Verbrennungsmotoren
- Gemischbildung und Zündung bei Otto- und Dieselmotoren
- Abgasemissionen (Schadstoffbildung, Grenzwerte, Schadstoffreduzierung innermotorisch und nachmotorisch)
- Zukunftskonzepte
- Bezug zu aktuellen Themen in den Medien und der Gesellschaft.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Vorlesungsskript, Praktikumsanleitung,
Mollenhauer, K. (Hrsg.) Handbuch Dieselmotoren, Springer Verlag
Von Basshuysen, R. Handbuch Verbrennungsmotoren, Vieweg Verlag
Von Basshuysen, Schäfer (Hrsg), Lexikon Motorentechnik, Vieweg Verlag,
Merker, Teichmnann (Hrsg.) Grundlagen Verbrennungsmotoren, Springer Verlag
Pischinger, S.: Verbrennungsmotoren. RWTH Aachen.
Groth, K.: Grundzüge des Kolbenmaschinenbaus. Vieweg
Hofmann, P: Hybridfahrzeuge

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Hoher Anteil an englischsprachigen Begriffen; Verweis auf internationale Literatur

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 % [1)]	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

1) Studierende des Studiengangs Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik können am zugehörigen Praktikum teilnehmen (20 % Bonus).
Eine Teilnahme am Bonussystem ist freiwillig. Es können maximal 25 % der in der Prüfungsleistung erreichbaren Punkte erworben werden. Bonuspunkte verfallen mit Ablauf des Semesters, in dem sie erworben wurden und die Prüfungsleistung des Moduls nicht erfolgreich abgelegt wird.

2.12 Strömungsmaschinen
Turbomachines

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	50

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Andreas P. Weiß	Prof. Dr. Weiß

Voraussetzungen*
Prerequisites

Grundlagen der Thermodynamik: Gasgesetze, Erster und Zweiter Hauptsatz, Kreisprozesse, Dämpfe – ihre Eigenschaften und Anwendungen
Grundlagen der Strömungsmechanik: Masse-, Energie- und Impulserhaltung, reibungsbehaftete und kompressible Strömung, Widerstand und Auftrieb

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz**: Grundprinzip, Charakteristika sowie Betriebsverhalten der Strömungskraft- und -arbeitsmaschinen kennen, verstehen und erläutern können. Fähigkeit zur Berechnung von Strömungsmaschinenstufen, Gasturbinen und Dampfkraftanlagen. Fähigkeit zur Auswahl geeigneter Strömungsmaschinenbauformen für die jeweilige Aufgabe.
- **Methodenkompetenz:** Auswahl und Verbindung der geeigneten, erlernten Berechnungs- und Konstruktionsmethoden für Strömungsmaschinen, um diese selbstständig zu analysieren, zu beurteilen und einordnen zu können.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Kenntnisse und Fähigkeiten, aus Grundlagenmodulen richtig zuordnen und verbinden können, um daraus neue Lösungen für praktische Ingenieuraufgaben selbstständig abzuleiten und zu entwickeln.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

- Geschichte und Bedeutung der Strömungsmaschinen, Terminologie
- Wiederholung der thermodynamischen und strömungsmechanischen Grundlagen
- Grundprinzip der Strömungsmaschine, Geschwindigkeitsdreiecke, Eulergleichung, Leistung und Wirkungsgrad
- Bauarten von Turbinen, Pumpen, Gebläse und Verdichter, deren Betriebsverhalten und –grenzen
- Kennzahlen für die Beurteilung und Auslegung von Strömungsmaschinen, Ähnlichkeitsgesetze
- Aufbau und Funktionsweise von Dampfkraftanlagen, realer Prozess, wärmetechnische Optimierung, Berechnungsgrundlagen
- Anwendungen von Dampfkraftanlagen für die Abwärmeverstromung, Biomasse oder auch Solar- und Geothermie
- Aufbau und Funktion einer Gasturbine, idealer und realer Kreisprozess, Berechnungsgrundlagen
- Einflussparameter auf Leistung und Wirkungsgrad einer Gasturbine, Optimierungsmöglichkeiten, komplexere Prozessführungen

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Vorlesungsskriptum
Bohl, Willi, Strömungsmaschinen, Band 1 und 2, Vogel Verlag, 1995
Rick, Hans, Gasturbinen und Flugantriebe, Springer Verlag, 2013
Strauß Karl, Kraftwerkstechnik, Springer Verlag, 1997

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Strömungsmaschinen werden vor allem in der Kraftwerkstechnik, der Energietechnik, dem Anlagenbau und als Fahrzeug- bzw. Flugantriebe eingesetzt. Auch wenn es in allen der erwähnten Branchen namhafte OEMs in Deutschland gibt, sind diese alle seit ihrer Gründung weltweit tätig. Dies trifft z. B. auf den Energiesektor oder die Flugantriebe zu. Dem Ingenieurnachwuchs bietet sich also hier die Möglichkeit bzw. stellt sich die Anforderung, international tätig zu sein.

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

2.13 Elektrische Antriebstechnik
Electrical Drive Technology

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Bernhard Frenzel	Prof. Dr. Frenzel, Prof. Dr. Wolfram

Voraussetzungen*
Prerequisites

Mathematische Grundkenntnisse: Differential- und Integralrechnung, Lösung von Gleichungssystemen, komplexe Zahlen
Grundlagen der Elektrotechnik: Gleichstromtechnik, komplexe Wechselstromrechnung, Dreiphasensysteme
Mechanische Grundkenntnisse: Kinematik, Dynamik, Erhaltungssätze, Bewegungsgleichungen

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz • Ingenieurpädagogik – Fachrichtung Metalltechnik • Maschinenbau • Mechatronik und digitale Automation • Motorsport Engineering	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Die Studierenden erlangen ein grundlegendes Verständnis für die elektromagnetische Energiewandlung. Sie erlernen die grundlegenden Funktionsweisen rotierender elektrischer Maschinen und Antriebe.
- **Methodenkompetenz:**
  Die Studierenden sind befähigt, elektrische Antriebsstrukturen zu analysieren und zu beschreiben und optional einfache Antriebssysteme bestehend aus Antrieb, Leistungssteller und mechanischen Komponenten auszulegen. Sie können das Betriebsverhalten elektrischer Maschinen mittels Differentialgleichungen, Übertragungsfunktionen und Frequenzgängen darstellen und für einfache Antriebssysteme die geeigneten elektrischen Maschinen auswählen.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, über elektrische Antriebsmaschinen sowohl mit Fachkollegen als auch innerhalb von Projektgruppen mit fachfremden Kollegen zielführend zu diskutieren.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Magnetische Kreise, Gleichstrommaschinen, Transformatoren, Drehfelder, Synchron- und Asynchronmaschinen, optional Leistungssteller

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

1. Skript
2. Fischer: Elektrische Maschinen, Hanser Verlag, neueste Auflage
3. Kurzweil: Physik Formelsammlung, Springer Vieweg, neueste Auflage

Internationalität (Inhaltlich) Internationality		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	**Art/Umfang inkl. Gewichtung**	**Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen**
Klausur	90 min / 100 % Teile der Prüfung können mittels Antwort-Auswahl-Verfahren (MC-Verfahren) durchgeführt werden.[1)]	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

1) Mit Hilfe des Antwort-Auswahl-Verfahrens ist es als einziges Prüfungsverfahren möglich, die Methodenkompetenz hinsichtlich des Verstehens der Funktionsweise sowie der Beurteilung zur geeigneten Auswahl elektrischer Maschinen für einfache Antriebssysteme zu überprüfen, ohne dass eine umfangreiche Beantwortung der Fragen durch die Studierenden erfolgen muss. Dadurch können im Gegensatz zu einem offenen Antwortformat im Bereich der Methodenkompetenz deutlich mehr Fragen beantwortet werden, was zu einer Erhöhung der Messgenauigkeit in diesem Bereich führt.

Modulgruppe 3: Ingenieuranwendungen

3.1 Energieeffizienz in Gebäuden
Energy Efficiency of Buildings

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieuranwendungen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/WS	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Frank Späte	Prof. Späte

Voraussetzungen*
Prerequisites

Mathematik, Physik, Thermodynamik, Wärme- und Stofftransport

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz Voraussetzung für den weiterführenden Teil „Energieeffizienz in Gebäuden II" und ein Gebäudeenergieberatungsprojekt	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Nach der Teilnahme an der Veranstaltung haben die Studierenden Kenntnisse über energiesparendes Bauen und Sanieren erworben. Sie können diese anwenden und haben die Fähigkeit, den energetischen Zustand von Gebäuden bzgl. der Gebäudehülle zu analysieren, zu beurteilen und zu bewerten. Das beinhaltet den Wärme- sowie den Feuchtetransport durch Gebäudeteile bestehend aus verschiedenen Materialien in mehrschichtigen homogenen und inhomogenen Aufbauten.

- **Methodenkompetenz:**
  Die Studierenden erlernen die Methoden zur Beurteilung des energetischen Zustands von Gebäuden und zur Erstellung einer Gebäudeenergiebilanz inkl. der notwendigen Formeln und Zusammenhänge, sie wenden sie z.B. in Übungen an und interpretieren die Ergebnisse.

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Die Studierenden lernen z.B. in den Übungen im Team zu arbeiten und dabei Zusammenhänge selbstständig zu erarbeiten, die Ergebnisse einzuschätzen, zu beurteilen und darzustellen.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Die Lerninhalte orientieren sich an den für die Erstellung von Energieausweisen für Gebäude erforderlichen Fachkenntnissen gemäß der aktuell gültigen Gesetze und Richtlinien.

Es handelt sich um:
- Einführung und Grundlagen
- Rechtliches: GebäudeEnergieGesetz (GEG) und zugehörige Gesetze, Verordnungen, Normen und Richtlinien sowie Förderungen
- Gebäudehülle in Neubau und Bestand: Behaglichkeit, energetische und bauphysikalische Grundlagen, Gebäudegeometrie, Baustoffe, Dämmung, Fenster, Wärmeschutz, Wärmebrücken, Feuchteschutz

Nach erfolgreichem Abschluss von „Energieeffizienz in Gebäuden" Teil I und Teil II sowie eines praktischen Projekts „Gebäudeenergieberatung", das parallel zum Teil II im Rahmen des Bachelor-Projekts durchgeführt werden kann, gibt es die notwendigen Nachweise, mit denen eine Eintragung und damit Anerkennung als Energie-Effizienz-Experte beantragt werden kann.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

- Folienskript
- EnEV sowie weitere Gesetze, Normen, Richtlinien,
- Förderprogramme
- einschlägige Lehrbücher
- web-Seiten

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Die Studierenden arbeiten auch mit europäischen Normen und Richtlinien und lernen internationale Projekte und Beispiele kennen.

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

3.2 Solarenergie
Solar Energy

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieuranwendungen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Frank Späte	Prof. Späte

Voraussetzungen*
Prerequisites

Mathematik, Physik, Thermodynamik, Wärme- und Stofftransport, Elektrotechnik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Nach der Teilnahme an der Veranstaltung haben die Studierenden Kenntnisse über solarthermische und photovoltaische Energiesysteme sowie der zugrunde liegenden Solarstrahlung erworben und können diese Kenntnisse anwenden und Solaranlagen dimensionieren.
- **Methodenkompetenz:**
  Die Studierenden erlernen die Methoden zur Analyse und Bewertung von Systemen zur Nutzung der Solarenergie. Sie wenden sie z.B. in Übungen an und interpretieren die Ergebnisse.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Die Studierenden lernen z.B. in den Übungen im Team zu arbeiten und dabei Zusammenhänge selbstständig zu erarbeiten, die Ergebnisse einzuschätzen, zu beurteilen und darzustellen.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

- Einführung und Grundlagen
- Solarstrahlung: Die Sonne als Strahlungsquelle, extraterrestrische und terrestrische Solarstrahlung, Solarkonstante, Winkelverhältnisse, Messungen, meteorologische Daten
- Solarthermie: Anwendungsbereiche, Solarkollektoren, physikalische Zusammenhänge bei der Strahlungswandlung, Kennlinien, Kennwerte, Speicher, weitere Komponenten, Anlagenkonzepte, Planung und Dimensionierung
- Photovoltaik: Grundlagen, Funktionsweise einer Solarzelle, Kennlinien, Kennwerte, Solarzellentechnologien, Solarmodule und Solargeneratoren, Wechselrichter, Planung, Dimensionierung, Betrieb

Anmerkung: Zu diesem Modul gibt es ein zugehöriges Praktikum (siehe Modul „Ingenieurwissenschaftliches Praktikum")

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

- Folienskript
- einschlägige Lehrbücher, insbes. V. Quaschning: Regenerative Energiesysteme; V. Wesselak u.a.: Regenerative Energietechnik; F. Späte u.a.: Solaranlagen; K. Mertens: Photovoltaik
- Fachzeitschriften, z.B. „Sonnenenergie", „Sonne, Wind und Wärme", „Solarthemen", „Erneuerbare Energien", „Solar Energy"
- web-Seiten
- Gesetze, Normen, Richtlinien

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Die Studierenden lernen auch europäische und internationale Projekte, Beispiele, unterschiedliche Anwendungen und Bauformen kennen sowie die globalen Zusammenhänge von Solarstrahlung und Anwendungsmöglichkeiten.

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

3.3 Wind- und Wasserkraft
Wind and Hydropower

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieuranwendungen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	50

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Andreas P. Weiß	Prof. Dr. Beer, Prof. Dr. Weiß

Voraussetzungen*
Prerequisites

Grundlagen der Thermodynamik: Gasgesetze, Erster und Zweiter Hauptsatz
Grundlagen der Strömungsmechanik: Masse-, Energie- und Impulserhaltung, reibungsbehaftete Strömung, Widerstand und dynamischer Auftrieb
Grundlagen der Strömungsmaschinen: Funktionsprinzip von Strömungskraft- und Arbeitsmaschinen, Geschwindigkeitsdreiecke und Eulergleichung, Wirkungsgrad und Leistung, Betriebsverhalten

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Die Berechnungsgrundlagen für Wind-/Wasserkraftwerke/-turbinen kennen, anwenden und die erzielten Ergebnisse bewerten können.
- **Methodenkompetenz**: Auf Basis der bestimmten Kenndaten für Turbine und Anlage ein Gesamtkonzept für die Wind-/Wasserkraftnutzung planen und entwickeln können.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Kenntnisse und Fähigkeiten aus Grundlagenmodulen richtig zuordnen und verbinden können, um daraus neue Lösungen für praktische Ingenieuraufgaben abzuleiten und zu entwickeln.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Wasserkraftanlagen (WKA): Geschichte, Potentiale und Arten von WKA, physikalische Grundlagen (Durchfluss und Fallhöhe, Berechnung von Leistung und Wirkungsgrad, Kavitation), Grundlagen der Hydraulik und Hydrologie (messen und aufbereiten von Daten, Berechnung von Abflussgang- und Abflussdauerlinien), Anlagenkonzepte, Turbinenbauarten und deren Auswahl (Berechnung der spezifischen Drehzahl), Regelung, Hauptbauteile von Nieder- und Hochdruckanlagen, Umweltauswirkungen und deren Kompensation.

Windenergieanlagen (WEA): Geschichte der Windenergienutzung, Typisierung von Windenergieanlagen (WEA), aerodynamische Auslegung, Regelung von WEA, mechanische Belastung von WEA, Konzepte zur Energiewandlung (mechanisch-elektrisch) insbesondere für drehzahlvariable Anlagen, Gesamtkonzepte von On- und Offshore Anlagen, Methoden zur Windpotentialbestimmung sowie zur Energieertragsberechnung an einem Standort, Genehmigungskriterien, Umweltverträglichkeit.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Vorlesungsskriptum
Bohl, Willi, Strömungsmaschinen, Band 1 und 2, Vogel Verlag, 1995
Raabe Joachim, Hydraulische Maschinen und Anlagen, VDI Verlag, 1989
Giesecke, Jürgen et al., Wasserkraftanlagen, Springer-Verlag 2014
Gasch, Robert et al., Windkraftanlagen, Springer-Vieweg, 2013

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Wind- und Wasserkraft werden weltweit genutzt. Die weltweit größten Wasserkraftanlagen werden in Südamerika und China betrieben. China und die USA bauen auch die Windenergie stark aus. Auch wenn Deutschland namhafte Hersteller von WKA und WEA besitzt, ist deren Kundenkreis auf der ganzen Welt zu finden. D. h. eine Ingenieurin/ein Ingenieur in diesen Branchen ist international tätig.

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

3.4 Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung

Combined Cooling, Heat and Power

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieuranwendungen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/WS	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Markus Brautsch	Prof. Dr. Brautsch

Voraussetzungen*
Prerequisites

Thermodynamik, Einführung in Energietechnik und Klimaschutz

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Die Studierenden kennen unterschiedliche Verfahren und Technologien der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung sowie erneuerbare und konventionelle Energieträger als Einsatzstoffe. Sie können eigenständige Wirkungsgradberechnungen, CO2 Bilanzen und Dimensionierungen für industrielle, kommunale und gewerbliche Anwendungen auch in sektoral gekoppelten Systemen durchführen.

- **Methodenkompetenz:**
  Die Studierenden sind in der Lage, energetische, ökologische und wirtschaftliche Bewertungen von KWKK-Systemen mit konventionellen und erneuerbaren Energiesystemen durchzuführen. Sie sind in der Lage, unterschiedliche Anwendungsfelder der KWKK zu erkennen und komplexe Lösungen zu entwickeln.

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Die Studierenden können selbstständig in Kleingruppen spezifische Sachverhalte und Anwendungsfälle erarbeiten, einschätzen, erörtern. Sie vertreten ihre Standpunkte im freien Vortrag und in englischer Sprache.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Energieträger der KWK; Verfahren der KWK; Absorptionskältemaschinen; Thermodynamische Kenngrößen; Verfahren der Wirtschaftlichkeits-betrachtung; CO2-Bilanzierung; Allokationsmethoden; Dimensionierung von KWKK-Systemen; Sektorkopplung; Anwendungsbeispiele

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Grünig, G.: Zündstrahlmotoren. Effiziente Verbrennung von Biogas und Schwachgasen in Blockheizkraftwerken. Die Bibliothek der Technik, vol. 330. Verl. Moderne Industrie, Landsberg/Lech (2010)

Cogen Europe, The European Association for the Promotion of Cogeneration. http://www.cogeneurope.eu

Grohe, H., Russ, G.: Otto- und Dieselmotoren. Arbeitsweise, Aufbau und Berechnung von Zweitakt- und Viertakt- Verbrennungsmotoren, 16th edn. Vogel, Würzburg (2015)

Merker, G.P., Teichmann, R. (eds.): Grundlagen Verbrennungsmotoren. Funktions-weise, Simulation, Messtechnik, 7th edn. ATZ / MTZ-Fachbuch. Springer Vieweg, Wiesbaden (2014)

Lechner R., O'Connell N., Brautsch M.: Identifikation von Einsatzmöglichkeiten und Potentialen der Zündstrahltechnologie zur Verbesserung der Anlageneffizienz und Wirtschaftlichkeit von BHKW-Anlagen mit experimenteller Überprüfung der Vor-teile an einer Pilotanlage unter realen Bedingungen im Praxisbetrieb. Forschungsini-tiative ZukunftBau, F 2943. Fraunhofer-IRB-Verlag, Stuttgart (2015)

Adametz, P., Pötzinger, C., Müller, S., Müller, K., Preißinger, M., Lechner, R., Brüggemann, D., Brautsch, M., Arlt, W.: Thermodynamic Evaluation and Carbon Footprint Analysis of the Application of Hydrogen-Based Energy-Storage Systems in Residental Buildings. Energy Technology (4), 1–16 (2016)

ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energiever-brauch e.V.: BHKW-Kenndaten 2014/2015. Module, Anbieter, Kosten. www.asue.de

Kost, C., Mayer, J., Thomsen, J., Hartmann, N., Senkpiel, C., Phillips, S., Nold, S., Lude, S., Schlegl, T.: Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien. Fraunhofer In-stitute for Solar Energy Systems ISE.

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Einsatz der KWKK in der EU und China. Einsatz von KWKK in hybriden Netzen.

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

3.5 Energieinformatik
Energy Informatics

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieuranwendungen	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Raphael Lechner	Prof. Dr. Lechner

Voraussetzungen*
Prerequisites

Einführung in Energietechnik und Klimaschutz, Informatik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse in der Anwendung von Skriptsprachen (Python, Excel-VBA) zur wissenschaftlich-technischen Datenanalyse. Sie kennen die Grundlagen der Energiesystemmodellierung und –simulation. Sie verfügen über Grundkenntnisse in Geoinformationssystemen und deren Einsatz in der Energieplanung. Sie haben einen Überblick über relevante Protokolle, Datenformate und Kommunikationsstandards für die Erfassung, Übertragung und Verarbeitung von Zähler- und Energiedaten.

- **Methodenkompetenz:**
  Die Studierenden können moderne Datenanalysetools und Programmiersprachen (Python, Excel-VBA) für die Analyse und Interpretation energierelevanter Daten nutzen. Sie sind in der Lage einfache Energiesystemmodelle selbstständig zu entwerfen und in einer Simulationsumgebung zu implementieren. Sie können die Ergebnisse interpretieren und die Plausibilität von Simulationsergebnissen einschätzen. Sie auf Basis ihrer Grundkenntnisse in der Lage, Standards für die Erfassung, Übertragung und Verarbeitung von energierelevanten Daten kompetent mit Fachleuten aus IT- und Kommunikationstechnik zu diskutieren.

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Die Studierenden können selbstständig in Kleingruppen spezifische Sachverhalte und Anwendungsfälle erarbeiten, einschätzen, erörtern. Sie vertreten ihre Standpunkte im freien Vortrag und in englischer Sprache.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Energiedatenanalyse und -visualisierung, u.a. mit Excel-VBA und Python; Energiesystemmodellierung und –simulation, Einsatz von Geoinformationssystemen in der Energieplanung; Protokolle, Datenformate und Kommunikationsstandards für die Erfassung, Übertragung und Verarbeitung von Zähler- und Energiedaten.

Lehrmaterial / Literatur Teaching Material / Reading		
Internationalität (Inhaltlich) Internationality		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	**Art/Umfang inkl. Gewichtung**	**Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen**
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

Modulgruppe 4: Vertiefungsmodule

Wahlpflichtmodule sind aus einem vorgegebenen Angebot auszuwählen. Die Studierenden werden über das Schwarze Brett zur Wahl aufgefordert. Die inhaltlichen Beschreibungen der zur Wahl stehenden Wahlpflichtmodule sind im Modulhandbuch einsehbar oder werden im Rahmen des Wahlverfahrens zur Verfügung gestellt.

Studiengangspezifische Wahlpflichtmodule (Module 4.1 – 4.3)

Die Studiengangspezifischen Wahlpflichtmodule werden zur Bildung von Vertiefungsrichtungen in Gruppen zusammengefasst. Es muss eine Vertiefungsrichtung mit drei zugehörigen Modulen und einem Umfang von insgesamt 15 ECTS gewählt werden.

- Vertiefung Energieeffizienz und Energieeinsparung
- Vertiefung Bioenergie
- Vertiefung Energie-Wandlung, -Verteilung, -Speicherung

Es besteht kein Rechtsanspruch auf das Angebot und auf die Durchführung bestimmter Vertiefungsrichtungen. Die im jeweiligen Semester angebotenen Vertiefungen werden im Studienplan bekannt gegeben.

4.1 Vertiefung Energieeffizienz und Energieeinsparung

Die Vertiefung „Energieeffizienz und Energieeinsparung" wird aktuell nicht angeboten

4.1.1 Energieeffizienz in Gebäuden II

Energy Efficiency of Buildings II

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Vertiefungsmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Frank Späte	Prof. Späte

Voraussetzungen*
Prerequisites

Energieeffizienz in Gebäuden (Teil 1) muss erfolgreich absolviert sein
Mathematik, Physik, Thermodynamik, Wärme- und Stofftransport

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz Für ein Gebäudeenergieberatungsprojekt, um damit anerkannter Gebäudeenergieberater zu werden	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Nach der Teilnahme an der Veranstaltung haben die Studierenden Kenntnisse über energiesparendes Bauen und Sanieren erworben, Sie können diese anwenden und haben die Fähigkeit, den energetischen Zustand von Gebäuden ganzheitlich - Gebäudehülle und Gebäudetechnik - zu erfassen, zu analysieren, zu berechnen und zu bewerten sowie ein energetisches Sanierungskonzept unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit und Fördermöglichkeiten zu entwickeln, darzustellen und verständlich zu erläutern.

- **Methodenkompetenz:**
  Die Studierenden erlernen die Methoden zur Beurteilung des energetischen Zustands von Gebäuden und zur Erstellung einer Gebäudeenergiebilanz inkl. der notwendigen Formeln und Zusammenhänge, sie wenden sie z. B. in Übungen an und interpretieren die Ergebnisse.

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Die Studierenden lernen z.B. in den Übungen im Team zu arbeiten und dabei Zusammenhänge selbstständig zu erarbeiten, die Ergebnisse einzuschätzen, zu beurteilen und einem Kunden zu vermitteln.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Die Lerninhalte orientieren sich
- an den für die Erstellung von Energieausweisen für Gebäude erforderlichen Fachkenntnissen gemäß der aktuell gültigen Gesetze und Richtlinien.

Es handelt sich um:
- Sommerlicher Wärmeschutz, solares Bauen, Passivhaus
- Gebäudetechnik und erneuerbare Energien in Neubau und Bestand: Heizungstechnik, Warmwasserbereitung, Anlagenhydraulik, Anlagenkomponenten, Emissionen, Lüftungsanlagen, Anlagenkomponenten, solarthermische und photovoltaische Anlagen
- Energieausweis, energetisches Sanierungskonzept: Bestandsaufnahme, Ermittlung Energieverbrauch, Modernisierungsempfehlungen, Wirtschaftlichkeit, Förderung, Softwareprogramme, Beratungsbericht, Beratungskompetenzen

Nach erfolgreichem Abschluss von „Energieeffizienz in Gebäuden" Teil I und Teil II sowie eines praktischen Projekts „Gebäudeenergieberatung", das parallel zum Teil II im Rahmen des Bachelor-Projekts durchgeführt werden kann, gibt es die notwendigen Nachweise, mit denen eine Eintragung und damit Anerkennung als Energie-Effizienz-Experte beantragt werden kann.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

- Folienskript
- EnEV sowie weitere Gesetze, Normen, Richtlinien,
- Förderprogramme
- einschlägige Lehrbücher
- web-Seiten

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Die Studierenden arbeiten auch mit europäischen Normen und Richtlinien und lernen internationale Projekte und Beispiele kennen.

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

4.1.2 Gebäudeautomation und Smart Home

Building Automation and Smart Home

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Vertiefungsmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Frank Späte	Hr. Lorenz (LBA)

Voraussetzungen*
Prerequisites

Empfohlen: Mathematik, Physik, Thermodynamik, Elektrotechnik, Grundlagen Regelungstechnik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Vor-/Nachbereitung Selbststudium Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Die Studierenden kennen die Grundlagen, Anwendungsbereiche und notwendigen Planungsschritte der Gebäudeautomation sowie darüber hinaus Aspekte zur Sicherheit, zur Visualisierung von Smart Home Lösungen und zur Einbindung in Smart Grids. Anhand eines konkreten Beispiels aus dem Planungsalltag des Ingenieurbüros werden diese Kenntnisse vertieft und praktisch angewendet, z.B. die konkrete Planung eines Smart Home Projekts. Zusätzlich lernen sie die Möglichkeiten, die Smart Homes in Zukunft noch bieten, kennen.

- **Methodenkompetenz:**
  Die Studierenden kennen die Methoden zur Bewertung und Beurteilung von Gebäudeautomationssystemen in derzeit üblichen Anwendungen.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

- Grundlagen der Mess-, Steuer- und Regelungstechnik in Bezug auf die Gebäudeautomation
- Kennenlernen der zu regelnden Gewerke mit Komponenten und Anlagen (z.B. Heizkessel, Pumpen, Mischventile, Fußbodenheizung)
- Abgrenzung des Gewerkes Gebäudeautomation
- Planungsinhalt der Gebäudeautomation im Ingenieurbüro nach den Planungsphasen der HOAI (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure) sowie der derzeit gültigen Normen.
- Praxisbeispiel der Gebäudeautomationsplanung eines Nichtwohngebäudes
- Ausblick in die derzeitigen Forschungsschwerpunkte mit Richtungsweisung zum Smart Home im Smart Grid

Die Veranstaltung wird als Blockseminar durchgeführt.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

- Folienskript
- einschlägige Lehrbücher, insbes. „Gebäudeautomation: Kommunikationssysteme mit EIB/KNX, LON und BACnet", „Systeme der Gebäudeautomation: Ein Handbuch zum Planen, Errichten, Nutzen", „BACnet Gebäudeautomation 1.12: Grundlagen in deutscher Sprache"
- Fachzeitschriften, z.B. HLH – Lüftung/Klima, Heizung/Sanitär, Gebäudetechnik
- web-Seiten
- Gesetze, Normen, Richtlinien

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Der vermittelte BACnet-Standard wird derzeit in eine internationale Norm überführt. Die Studierenden erlangen die Kennnisse zur Umsetzung von Planungsprozessen unabhängig vom Planungsort (Land).

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

4.1.3 Energieeffizienz in der Industrie

Energy Efficiency in Industry

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Vertiefungsmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/WS	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Markus Brautsch	Prof. Dr. Brautsch / Raphael Lechner (LBA)

Voraussetzungen*
Prerequisites

Thermodynamik, Einführung in Energietechnik und Klimaschutz

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Die Studierenden kennen den Stand der Technik und neue Verfahren zur Bereitstellung von Antriebsenergie, Prozesswärme, Druckluft und Kälte für industrielle Prozesse sowie die hierfür eingesetzten Energieträger. Sie können die Energieformen hinsichtlich Wertigkeit und Kosten einordnen, kennen typische Ursachen für Umwandlungsverluste und können Prozesse mittels Kenngrößen hinsichtlich ihrer Energieeffizienz bewerten. Sie haben einen Überblick über die in der Praxis relevanten Managementmethoden und rechtlichen Vorgaben bzgl. der Energieeffizienz in Unternehmen (ISO 50001 und Energieaudit) und kennen Methoden zur energetischen und ökologischen Bewertung und Optimierung von Prozessen.

- **Methodenkompetenz:**
  Die Studierenden sind in der Lage den Energiebedarf in Industrieunternehmen zu analysieren und die relevanten Großverbraucher sowie Kostentreiber zu identifizieren. Sie können einfache und fortgeschrittene Maßnahmen zur Effizienzsteigerung, Energie und Kosteneinsparung in der industriellen Energieversorgung entwickeln, wirtschaftlich und ökologisch bewerten und priorisieren.

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Die Studierenden können selbstständig in Kleingruppen spezifische Sachverhalte und Anwendungsfälle erarbeiten, einschätzen, erörtern. Sie vertreten ihre Standpunkte im freien Vortrag und in englischer Sprache.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Energieformen und Energieträger in der Industrie (Antriebsenergie, Prozesswärme, Kälte, Druckluft); Analyse des Energiebedarfs; Thermodynamische Kenngrößen und Energiekennzahlen; Vorgehensweisen und Verfahren zur Prozessoptimierung (z.B. Pinch-Analyse, Wärmerückgewinnung); Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und Amortisationsrechnung für Energiesparmaßnahmen; CO2-Bilanzierung und Allokation; Grundlagen des Energiemanagements und Energieaudits; Präsentation von Energiesparmaßnahmen gegenüber Entscheidungsträgern

Lehrmaterial / Literatur Teaching Material / Reading		
Internationalität (Inhaltlich) Internationality		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	**Art/Umfang inkl. Gewichtung**	**Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen**
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

4.2 Vertiefung Bioenergie

4.2.1 Energetische Nutzung von biogenen Energieträgern
Energetic Use of Biogenic Energy Sources

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Vertiefungsmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Mario Mocker	Prof. Dr. Beer, Prof. Dr. Mocker

Voraussetzungen*
Prerequisites

keine

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload	
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen, Praktikum, Exkursion	Vorlesung inkl. Praktikum Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung	= 60 h = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
- Die Studierenden kennen die wichtigsten Bioenergieträger und sind in der Lage, diese nach rechtlichen, technischen und wirtschaftlichen Aspekten zu klassifizieren sowie energieträgerspezifische Eigenschaften zu ermitteln und zu bewerten. Ferner kennen sie die wichtigsten Konversionsschritte der Energieerzeugung aus Biomasse und die dafür üblicherweise verwendeten Anlagentechniken inklusive der erforderlichen Rauchgasreinigungseinrichtungen. Sie haben Kenntnis über grundlegende physikalisch-chemische Prozesse in Konversionsverfahren und Geräten zur instrumentellen Analytik.

- **Methodenkompetenz:**
- Die Studierenden sind in der Lage, energieträgerspezifische Eigenschaften mit passenden Methoden zur ermitteln, geeignete Konversionsverfahren auszuwählen und die wesentlichen Auslegungsgrundlagen für Planung, Bau und Betrieb der zugehörigen Anlagen zu berechnen;
- geeignete instrumentell-analytische Methoden und Probennahmeverfahren auszuwählen und praktisch anzuwenden, selbstständig Emissionsmessungen im Bereich der TA-Luft, 1., 13. und 17. BImSchV durchzuführen, auszuwerten und zu interpretieren.

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
- Die Studierenden kommunizieren kompetent mit allen relevanten Akteuren entlang der Wertschöpfungskette von Bioenergieanlagen und sind in der Lage, die relevanten Auslegungen von Bioenergieanlagen eigenständig und im Team vorzunehmen. Sie haben fundierte Kenntnisse über die theoretischen Grundlagen des Faches, praktische Kenntnisse im Betrieb von Bioenergieanlagen und können praktische Arbeitsergebnisse nachvollziehbar dokumentieren.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Bedeutung der Biomasse im Energiesystem (Potenziale, regenerativer Beitrag in den Sektoren Strom, Wärme, Mobilität)
Technische, rechtliche und wirtschaftliche Bewertung von Bioenergieträgern (nachwachsende Rohstoffe, Reststoffe, Abfälle)
Bestimmung und Beurteilung energieträgerspezifischer Eigenschaften (z.B. Heiz-/Brennwert, Wassergehalt, chem. Zusammensetzung)
Konversionsverfahren mit Schwerpunkt auf den thermischen Konversionsverfahren Verbrennung, Vergasung und Pyrolyse
Massen- und Energiebilanzen bei Verbrennungsreaktionen, Berechnung von Luft- und Abgasmenge, Abgasverlusten, Auslegungstemperaturen
Anlagentechnik zur Verbrennung, Vergasung und Pyrolyse (CRC, ORC, Stirling, Gegenstrom-, Gleichstrom- und Wirbelschichtvergasung, div. Verbrennungsanlagen)
Schadstoffentstehung und Abgasreinigung
Aufbau und Funktionsweise von Gerätschaften zur instrumentellen Analytik

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Martin Kaltschmitt, Hans Hartmann, Hermann Hofbauer (Hrsg.): Energie aus Biomasse, Springer Vieweg, neueste Auflage
FNR Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.): Leitfaden Feste Biobrennstoffe
FNR Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.): Handbuch Bioenergie-Kleinanlagen
Einschlägige Gesetze und Normen, z.B. BImSchV, TA-Luft
Anschauungsmaterial sowie Skripten und Unterlagen auf der Moodle-Plattform

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Es wird zum Teil auf landes- bzw. regionalspezifische Energieträger eingegangen (z.B. Olivenkerne, Reisschalen)

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 % Praktikum (Bonusregelung 20 %) [1)]	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

1) Eine Teilnahme am Bonussystem ist freiwillig. Es können maximal 25 % der in der Prüfungsleistung erreichbaren Punkte erworben werden. Bonuspunkte verfallen mit Ablauf des Semesters, in dem sie erworben wurden und die Prüfungsleistung des Moduls nicht erfolgreich abgelegt wird.

4.2.2 Biotechnologie biogener Energieträger

Biotechnology of Non-Fossil Fuels

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Vertiefungsmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Christoph Lindenberger	Prof. Dr. Lindenberger

Voraussetzungen*
Prerequisites

keine

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen, Praktikum	Vorlesung inkl. Praktikum = 60 h Selbststudium Vor- u. Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Die Studenten können biologisches Fachwissen für biotechnologische Anwendungen abstrahieren. Anhand der biochemischen Reaktionen, Wachstumseigenschaften und Prozessführung können Vorhersagen über die energetische Nutzung von Biomasse oder den produzierten Stoffwechselprodukten getroffen werden.

- **Methodenkompetenz:**
  Studenten können biologische Funktionen mit Hilfe von chemischen und thermodynamischen Gesetzmäßigkeiten interpretieren und zusammenfassen (Energie, Enthalpie und Entropie). Studenten erarbeiten selbst fachlichen Kontext und präsentieren diesen.

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Studenten arbeiten kooperativ und kollegial an naturwissenschaftlichen Fragestellungen. Studenten können fachbezogenen Inhalte selbstständig erarbeiten und zielgruppengerecht präsentieren.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Biochemische Stoffklassen: Kohlenhydrate, Fette, Proteine, DNA/RNA
Stoffwechselwege: Katabolismus, Anabolismus
Zellbiologie: Aufbau von Pro- und Eukaryoten
Mikrobiologie: Taxonomie, Stoffwechsel verschiedener Mikroorganismen
Stoff und Energiebilanzen
Prozesse zu Herstellung biologischer Energieträger: Biogas, Bioethanol, Wasserstoff etc.

Es besteht die Möglichkeit einer Teilnahme an einem freiwilligen Praktikum.

Lehrmaterial / Literatur Teaching Material / Reading
Skript Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren, M. Kaltschmitt, Springer Stryer Biochemie, L. Stryer, Springer Bioprocess engineering Principles, P. Doran, Elsevier
Internationalität (Inhaltlich) Internationality
Im Unterricht wird englischsprachige Fachliteratur verwendet
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment

Prüfungsform	**Art/Umfang inkl. Gewichtung**	**Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen**
Klausur	90 min / 100 % Praktikum (Bonusregelung 20 %)[1)]	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

4) Eine Teilnahme am Bonussystem ist freiwillig. Es können maximal 25 % der in der Prüfungsleistung erreichbaren Punkte erworben werden. Bonuspunkte verfallen mit Ablauf des Semesters, in dem sie erworben wurden und die Prüfungsleistung des Moduls nicht erfolgreich abgelegt wird.

4.2.3 Verfahrenstechnik in der Energietechnik

Process Engineering in Energy Technology

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Vertiefungsmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/WS	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Werner Prell	Prof. Dr. Prell, Prof. Dr. Bischof, Prof. Dr. Lindenberger

Voraussetzungen*
Prerequisites

Mathematik, Physik, Werkstofftechnik I und Chemie, Thermodynamik, Strömungsmechanik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen, Praktikum	Vorlesung inkl. Praktikum = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Die Studierenden erhalten die grundlegenden Kenntnisse über verschiedene Methoden zur Charakterisierung (Phasenzustand, Partikelgröße und –form sowie deren Verteilung, Löslichkeiten, Dampfdrücke, …) und zur mechanischen, thermischen, physikalischen und chemischen Aufbereitung/Umwandlung von Stoffen sowie Stoffgemischen (Mischen, Trennen, Agglomerieren, Zerkleinern). Sie können die Prozesse erklären und anwenden. Sie können Fließbilder dieser Prozesse lesen, verstehen und erstellen.

- **Methodenkompetenz:**
  Die Studierenden können Formeln und Gesetze anwenden und zusammenführen, um so Problemstellungen in der Verfahrenstechnik zu bearbeiten (z.B. Aufstellen und Lösen von Energie-, Stoff- und Impulsbilanzen oder Verwendung der Ähnlichkeitstheorie mit dimensionslosen Kennzahlen). Sie sind daher in der Lage Laborergebnisse auf technische Problemstellung zu übertragen und diese zu lösen. Sie können Versuchs- und Rechenergebnisse beurteilen sowie Anlagendaten und Prozessinformationen hinterfragen.

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  - Erkennen und Verbessern der eigenen Teamfähigkeit bei der Arbeit in Kleingruppen
  - Selbstständiges Aneignen von neuem Wissen und Übertragen von bekannten Zusammenhängen auf neue Problemstellungen

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

- Fließbilder zur Beschreibung von technischen Verfahren
- Charakterisierung von homogenen und heterogenen Systemen
- Mechanische Trennung von Stoffgemischen (Filtration, Sedimentation)
- Zerkleinern und Mischen von Feststoffen und Flüssigkeiten
- Fluidisation und Wirbelschicht
- Phasengleichgewichte von Reinstoffen und Mehrstoffgemischen
- Kolonnen und Kolonneneinbauten sowie andere Trennapparate
- Rektifikation und Extraktion
- Absorption und Adsorption
- Trocknung
- Auslegung und Betriebsverhalten chemischer Reaktoren

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

M. Stiess: Mechanische Verfahrenstechnik Band 1 & 2 (Springer Verlag)
M. Zogg: Einführung in die Mechanische Verfahrenstechnik (Teubner Verlag)
H. Schubert: Mechanische Verfahrenstechnik (Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie)
R. Kruse: Mechanische Verfahrenstechnik (Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA)
K. Sattler: Thermische Trennverfahren (Wiley-VCH Verlag)
B. Lohrengel: Einführung in die thermischen Trennverfahren (Oldenbourg Verlag)
E. Schlünder: Destillation, Absorption, Extraktion (Georg Thieme Verlag)
A. Mersmann: Thermische Verfahrenstechnik (Springer Verlag)
I. Stanley: Chemical and engineering thermodynamics (John Wiley & Sons Inc.)
VDI-Wärmeatlas (Springer Verlag)
E. Müller-Erlwein: Chemische Reaktionstechnik (Teubner Verlag)
M. Baerns: Chemische Reaktionstechnik (Georg Thieme Verlag)
K. Hertwig: Chemische Verfahrenstechnik (Oldenbourg Verlag)
G. Emig: Technische Chemie (Springer Verlag)
… u.v.m.
Vorlesungsskript Reaktionstechnik des jeweiligen Dozenten

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min Praktikum (Bonusregelung 20 %) [1)]	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

1) Eine Teilnahme am Bonussystem ist freiwillig. Es können maximal 25 % der in der Prüfungsleistung erreichbaren Punkte erworben werden. Bonuspunkte verfallen mit Ablauf des Semesters, in dem sie erworben wurden und die Prüfungsleistung des Moduls nicht erfolgreich abgelegt wird.

4.3 Vertiefung Energie-Wandlung, -Verteilung, -Speicherung

4.3.1 Intelligente Netze
Intelligent Networks

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Vertiefungsmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	-

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Raphael Lechner	Prof. Dr. Lechner

Voraussetzungen*
Prerequisites

Elektrotechnik, Einführung in Energietechnik und Klimaschutz

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Die Studierenden kennen die Grundzüge des liberalisierten Strommarktes mit Trennung von Energiehandel und Energietransport sowie den Aufbau des deutschen/europäischen Verbundnetzes und die Aufgaben der Übertragungsnetz- und Verteilnetzbetreiber. Sie kennen die einzuhaltenden Netzparameter (Frequenz, Spannung,…) und die Herausforderungen der fluktuierenden Einspeisung aus regenerativen Energiequellen sowie Maßnahmen zur Netzstabilisierung auf Ebene der Übertragungs- und Verteilnetzbetreiber mit den entsprechenden Markt- und Vergütungsmechanismen. Sie kennen die verschiedenen Ansätze und die Möglichkeiten mittels dezentraler Energiesysteme und Demand Side Management (DSM) auf Anwenderebene zur Netzstabilisierung beizutragen (z.B. Lastmanagement, Batteriespeicher,…) sowie neue technische Ansätze (z.B. Zellularer Ansatz, Arealnetze, Sektorkopplung zur E-Mobilität). Sie kennen die technischen Voraussetzungen für intelligente Netze (z.B. Smart Meter).
  Die Studierenden kennen die Funktionalität der Gasnetze mit Blick auf die Erzeugung, Verteilung und Nutzung synthetischer Gase aus erneuerbaren Stromquellen

- **Methodenkompetenz:**
  Die Studierenden sind auf Basis ihrer Kenntnisse in der Lage, Fragestellungen aus dem Bereich intelligente Netze/DSM mit Fachleuten aus dem Netzbetrieb sowie Energieversorgungs- und Industrieunternehmen zu diskutieren. Sie können die Bedeutung und Auswirkungen smarter Netzinfrastrukturen und DSM für die Energieversorgung in Kommunen und Betrieben einschätzen. Sie können die Machbarkeit von DSM-Projekten auf Anwenderebene in Kommunen und Betrieben prüfen und technisch-wirtschaftlich bewerten.

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Die Studierenden können selbstständig in Kleingruppen spezifische Sachverhalte und Anwendungsfälle erarbeiten, einschätzen, erörtern. Sie vertreten ihre Standpunkte im freien Vortrag und in englischer Sprache.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Aufbau und Funktion des Verbundnetzes; Strommarktdesign; fluktuierende Einspeisung aus Erneuerbaren Energien und daraus resultierende Herausforderungen; Maßnahmen zur Netzstabilisierung; Markt- und Vergütungsmechanismen für die Bereitstellung von Regel- und Ausgleichsenergie; Möglichkeiten des DSM; Einsatz von elektrischen Energiespeichern; Infrastruktur für intelligente Netze.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

4.3.2 Energiespeicher und -wandlungsverfahren

Energy Storage and Conversion Systems

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Vertiefungsmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/SS	50

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Markus Brautsch	Prof. Dr. Brautsch, Prof. Dr. Weiß

Voraussetzungen*
Prerequisites

Physik, Chemie, Thermodynamik, Strömungsmechanik, Wärmeübertragung, Grundlagen der Energietechnik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Verständnis, Auswahl, Auslegung und Berechnung von Speichersystemen und Energiewandlungsverfahren, die von grundlegender Bedeutung für die Bewältigung der Energiewende in Industriestaaten sind.
- **Methodenkompetenz**: Fähigkeit zur kritischen und eigenständigen Bewertung unterschiedlicher Speicher- und Energiesysteme und Beurteilung der energiewirtschaftlichen Relevanz der für die jeweilige Anwendung ausgewählten Systeme.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Kenntnisse und Fähigkeiten aus Grundlagenmodulen richtig zuordnen und verbinden können, um daraus neue Lösungen für praktische Ingenieuraufgaben abzuleiten und zu entwickeln

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Thermische, mechanische, elektrische und chemische Energiespeicher, nicht-isentrope und isentrope Speicher, Energie- und Stoffumwandlungswandlungsprozesse in Zusammenhang mit Energiespeicherung (Wasserstoff, Elektrolyse, Brennstoffzellen, power to gas, power to liquid, biomass to liquid, CARNOT-Batterie, adiabate Druckluft etc.), Flexibilisierung von Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungsprozessen durch die zeitliche Entkopplung der Bereitstellung von elektrischer und thermischer Energie, Systemintegration und energiewirtschaftliche Bewertung.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Vorlesungsskript
Sterner, M., Stadler, I.: Energiespeicher - Bedarf, Technologien, Integration, Springer-Vieweg in der jeweils aktuellen Auflage
Töpler, J., Lehmann, J.: Wasserstoff und Brennstoffzelle, Springer-Vieweg in der jeweils aktuellen Auflage

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	**Art/Umfang inkl. Gewichtung**	**Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen**
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

4.3.3 Simulation energetischer Systeme
Simulation of Energy Systems

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Vertiefungsmodul	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/WS	50

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Werner Prell	Prof. Dr. Beer, Prof. Dr. Prell, Prof. Dr. Bleibaum

Voraussetzungen*
Prerequisites

Thermodynamik, Strömungsmechanik, Wärmeübertragung, Einführung in Energietechnik und Klimaschutz

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Mathematische Modellierung energetischer Systeme kennen, anwenden und die erzielten Ergebnisse bewerten können.
- **Methodenkompetenz**: Fähigkeiten zur softwaregestützten Analyse und Optimierung von energetischen Systemen und zur Durchführung von typischen Berechnungen.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Kenntnisse und Fähigkeiten aus Grundlagenmodulen richtig zuordnen und verbinden können, um daraus neue Lösungen für praktische Ingenieuraufgaben abzuleiten und zu entwickeln.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Stationäre und instationäre Methoden zur Beschreibung energetischer Systeme (z.B. Solarsysteme, KWK-Anlagen, CRC und ORC-Prozesse) und von Komponenten (z.B. Wärmeübertrager, thermischer Speicher, Feuerung, Abgasreinigung, Rohrleitungssystem) anhand von mathematischen Modellen sowie der problemangepassten Nutzung von Software.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Vorlesungsskript

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	**Art/Umfang inkl. Gewichtung**	**Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen**
Modularbeit	Seminararbeit (Hausarbeit) / 70 % Mündliche Präsentation / 30 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

4.4. Allgemeinwissenschaftliche Wahlpflichtmodule (AWPM)

Es müssen Module im Umfang von insgesamt mindestens vier ECTS gewählt werden.

Weitere Infos zu AWPM und das im jeweiligen Semester bestehende Angebot können dem ergänzenden Modulhandbuch entnommen werden. Sie finden es auf der Homepage bei den Unterlagen zu Ihrem Studiengang.

Modulgruppe 5: Übergreifende Lehrinhalte

5.1 Betriebswirtschaftslehre und Projektmanagement

General Business Administration & Project Management

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Übergreifende Lehrinhalte	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jedes Semester	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Thomas Tiefel	Prof. Dr. Tiefel, Prof. Späte, N. N.

Voraussetzungen*
Prerequisites

Kenntnisse der Schulmathematik auf Hochschul- oder Fachhochschulreifeniveau

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz • Kunststofftechnik • Maschinenbau • Mechatronik und digitale Automation	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

Nach der Teilnahme an dem Modul sollen die Studierenden in der Lage sein

Fachkompetenz:
- grundlegende betriebswirtschaftliche Zusammenhänge in einem Unternehmen zu verstehen
- grundlegende Institutionen, Strukturen, Funktionen und Prozesse in einem Unternehmen zu erläutern
- grundlegende Zusammenhänge für die Planung, Umsetzung und Kontrolle eines Projekts zu verstehen
- grundlegende Ansätze zum Management von Projekten zu erläutern

Methodenkompetenz:
- ausgewählte mathematische Modelle, Konzepte, Verfahren und Instrumente der Betriebswirtschaftslehre anzuwenden
- einfache betriebswirtschaftliche Problemstellungen eines Unternehmens zu analysieren
- ausgewählte Modelle, Konzepte, Verfahren und Instrumente der Projektmanagements anzuwenden
- Problemstellungen im Rahmen des Managements von Projekten zu bearbeiten

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

BWL: Grundlagen der Wirtschaftswissenschaften und der Volkswirtschaftslehre; Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre; Konstitutive Entscheidungen; Grundlagen der Unternehmensplanung und -kontrolle sowie der Aufbau- und Ablauforganisation; Betriebliche Grundfunktionen und Funktionsbereiche insbesondere externes und internes Rechnungswesen sowie Finanzierung und Investitionen; Ausgewählte Modelle, Konzepte, Methoden und Instrumente der Betriebswirtschaftslehre (z.B. Standortnutzwertanalyse, Bilanzanalyse, Kalkulationsverfahren).

Projektmanagement:
Grundbegriffe und -zusammenhänge; Grundaufgaben des Projektmanagements (z.B. Projektorganisation, Projektstrukturplanung, Ablauf- und Terminplanung, Kostenmanagement, Risikomanagement, Qualitätsmanagement, Projektsteuerung); Ausgewählte Ansätze, Konzepte, Modelle, Methoden und Instrumente des klassischen und des agilen Projektmanagements; Spezifika von ausgewählten Projektfeldern wie z.B. Projekte im Rahmen der Produktentwicklung, Projekte im Rahmen der digitalen Transformation oder Projekten im Rahmen des Wandels von Industrie 3.0 auf Industrie 4.0

Hinweis für dual Studierende: Dual Studierende können in Abstimmung mit dem jeweiligen Dual-Kooperationsunternehmen und der Dozentin bzw. dem Dozenten des Moduls eigene Erfahrungen und Beispiele aus der Betriebswirtschaftslehre und dem Projektmanagement (z. B. betriebliche Aufträge, Entwicklungsprojekte, ...) einbringen.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

- Digitales Vorlesungsskript mit Lückentext
- Artikel aus Fach- und Publikumszeitschriften sowie Zeitungen (als pdf-Datei, Links oder Datenbankverweise)
- Internetbasiertes Lehr- und Anschauungsmaterial
- Probeklausur
- Lehrbücher:
  Vahs, D./Schäfer-Kunz, J.: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, akt. Aufl.
  Wettengl, S.: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, akt. Aufl.
  Kuster, J. et al. Handbuch Projektmanagement: Agil – Klassisch – Hybrid, akt. Aufl.
  Jacoby, W: Projektmanagement für Ingenieure, akt. Aufl.

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Internationale Aspekte der Betriebswirtschaftslehre
Internationale Aspekte des Projektmanagements

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

5.2 Grundlagen des Innovationsmanagements
Fundamentals of Innovation Management

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Übergreifende Lehrinhalte	3

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jedes Semester	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Thomas Tiefel	Prof. Dr. Tiefel

Voraussetzungen*
Prerequisites

Kenntnisse der Schulmathematik auf Hochschul- oder Fachhochschulreifeniveau

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz • Kunststofftechnik • Maschinenbau • Mechatronik und digitale Automation	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (2 SWS x 15 Wochen) = 30 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 60 h = 90 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

Nach der Teilnahme an dem Modul sollen die Studierenden in der Lage sein

Fachkompetenz:
- die Notwendigkeit der Generierung von Innovationen als Überlebensbedingung für Unternehmen zu verstehen
- Grundbegriffe und -zusammenhänge des Innovationsmanagements zu erläutern
- grundlegende Typen von Innovationen zu erläutern

Methodenkompetenz:
- ausgewählte Modelle, Konzepte, Verfahren und Instrumente des Innovationsmanagements anzuwenden
- einfache Problemstellungen im Innovationsbereich eines Unternehmens zu analysieren

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Grundbegriffe und -zusammenhänge im Innovationsmanagement (z.B. Technologie, Technik; technische Systeme Forschung und Entwicklung, Invention und Innovation); Innovation als Neukombination; Innovation als wichtige volkswirtschaftliche und gesellschaftliche Größe; Internationale Innovationsdynamik und Digitale Transformation; Inhalt eines systematischen Innovationsmanagements (z. B: Strategisches Innovationsmanagement, taktisch-operatives Innovationsmanagement, Prozess des Innovationsmanagements); Innovationsarten und -typen; Ausgewählte Aufgaben (z.B. Technologie- und Innovationsplanung) sowie Modelle, Konzepte, Methoden und Instrumente des Innovationsmanagements (z.B. Innovationsmatrix, Disruptive Innovation)

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

- Digitales Vorlesungsskript
- Artikel aus Fach- und Publikumszeitschriften sowie Zeitungen (als pdf-Datei, Links oder Datenbankverweise)
- Internetbasiertes Lehr- und Anschauungsmaterial
- Probeklausur
- Lehrbücher:
  Corsten/Gössinger/Müller-Seitz/Schneider: Grundlagen des Technologie- und Innovationsmanagements, akt. Aufl.
  Strebel, H. (Hrsg.): Innovations- und Technologiemanagement, akt. Aufl.

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Auswirkungen der internationalen Innovationsdynamik
Deutsche, internationale und amerikanische Ansätze des Innovationsmanagements

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Klausur	60 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

5.3 Energie-, Qualitäts- und Umweltmanagement
Energy, Quality and Environmental Management

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Übergreifende Lehrinhalte	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jährlich/WS	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Burkhard Berninger	Prof. Dr. Berninger

Voraussetzungen*
Prerequisites

Betriebswirtschaftslehre
Umweltrecht / Energierecht

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Seminaristischer Unterricht mit Übungen	Vorlesung (4 SWS x 15 Wochen) = 60 h Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung = 90 h = 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Kenntnis der betrieblichen Ansatzpunkte, des Aufbaus und der einschlägigen Regelungen und Normen zum Energie-, Qualitäts- und Umweltmanagement. Kenntnis der erforderlichen betrieblichen Grundstrukturen und der thematischen Schnittstellen

- **Methodenkompetenz:**
  Fähigkeit der Anwendung der wichtigsten Elemente eines integrierten Energie-, Qualitäts- und Umweltmanagementsystems in der betrieblichen Praxis
  Praktische Bewertung konkreter industrieller Umweltauswirkungen, eigenständige Entwicklung von Kriterien zur Priorisierung
  Formulierung einer betrieblichen Umweltpolitik / Qualitätspolitik / Energiepolitik bzw. einer integrierten Unternehmenspolitik
  Selbständiger Entwurf eines betrieblichen Umweltkennzahlensystems
  Entwicklung praktisch umsetzbarer Energie- / Qualitäts- / Umweltziele und –maßnahmen, Anwendung von Kriterien zur Bewertung der Realisierbarkeit
  Entwurf einer Grobstruktur für ein integriertes betriebliches Energie-, Qualitäts- und Umweltmanagementsystem oder für die jeweiligen Einzelsysteme

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Entwickeln von Problemlösungen durch interdisziplinäres Denken, Selbstorganisation bei der Planung und Durchführung von Projekten im Arbeitsleben; Erkennen und Analysieren komplexer übergreifender Zusammenhänge

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Umweltauswirkungen der Produktion, Globale Problembereiche des betrieblichen Umweltschutzes, Umweltauswirkungen auf betrieblicher Ebene, historische Entwicklung, Normen und gesetzliche Regelungen des Umweltmanagements auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene (EMAS, ISO 14001, verwandte Normen), Aufbau eines Umweltmanagementsystems, Umweltkennzahlen, Umweltziele und –maßnahmen
Entwicklung des Energiemanagements, Normative und gesetzliche Regelungen, rechtliche Auswirkungen der Zertifizierung (EEG, Energie- und Stromsteuergesetz), typische Hauptverbraucher in der Industrie, Anforderungen an die Energiedatenerfassung, Messkonzepte Energiekennzahlen, Energieziele und –maßnahmen
Historische Entwicklung des Qualitätsmanagements, einschlägige Normen und gesetzliche Regelungen auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene (ISO 9000 / 9001, ergänzende Normen), Aufbau eines Qualitätsmanagementsystems, Qualitätskennzahlen, -ziele und –maßnahmen; Qualität und Zuverlässigkeit, exemplarische Verfahren der Qualitätssicherung wie z.B. Ursache-Wirkungs-Diagramm oder Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA).
Integrierte Managementsysteme: Organisatorische Anforderungen, ständiger Verbesserungsprozess (PDCA-Zyklus), interne Auditierung, Qualitätsmanagementdokumentation, Maßnahmenpläne, Verfahrens- und Arbeitsanweisungen, Auditverfahren, Zertifizierung/Validierung.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

- Handbuch Umweltcontrolling; Herausgeber: Bundesumweltministerium / Umweltbundesamt, Verlag Franz Vahlen München 1995 / 2001
- EMAS-Verordnung: Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2009 über die freiwillige Teilnahme von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung (EMAS III)
- DIN EN ISO 14001:2015 Umweltmanagementsysteme
- BESCHLUSS DER KOMMISSION vom 4. März 2013 über ein Nutzerhandbuch mit den Schritten, die zur Teilnahme an EMAS nach der Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates über die freiwillige Teilnahme von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung unternommen werden müssen; (Bekanntgegeben unter Aktenzeichen C(2013) 1114)
- Study on the Costs and Benefits of EMAS to Registered Organisations, Study Contract No. 07.0307/2008/517800/ETU/G.2, October, 2009
- Umweltbundesamt, Daten zur Umwelt https://www.umweltbundesamt.de/daten
- Leitfaden Betriebliche Umweltkennzahlen; Bundesumweltministerium Bonn / Umweltbundesamt Berlin (Hrsg.)
- Brennecke, V: Effektives Umweltmanagement, Springer Verlag Berlin
- Wegweiser EG-Umweltaudit, Hrsg. von der Industrie- und Handelskammer Nürnberg
- DIN EN ISO 0001:2015 Qualitätsmanagementsysteme
- Franz J. Brunner, Karl W. Wagner: Qualitätsmanagement, München Verlag Hanser 2016
- Joachim Herrmann, Holger Fritz: Qualitätsmanagement, München Verlag Hanser 2016
- Georg E. Weidner: Qualitätsmanagement, München Verlag Hanser 2014
- Tilo Pfeifer...[Hrsg.]: Masing Handbuch Qualitätsmanagement München Verlag Hanser 2014
- DIN EN ISO 50001:2018 Energiemanamentsysteme
- DIN ISO 50003 „Energieanagementsysteme -Anforderungen an Stellen, die Energiemanagementsysteme auditieren und zertifizieren"
- ISO 50006 „Energiemanagementsysteme – Messung der energiebezogenen Leistung unter Nutzung von energetischen Ausgangsbasen (EnB) und Energieleistungskennzahlen (EnPI) – Allgemeine Grundsätze und Leitlinien")
- Susanne Regen: DIN EN ISO 50001:2011 – Arbeitsbuch zur Umsetzung. 2. Auflage. WEKA Media, Kissing 2012
- Johannes Kals: Betriebliches Energiemanagement – Eine Einführung. Kohlhammer, Stuttgart 2010
- Paul Girbig, Christoph Graser, Ortrun Janson-Mundel, Jens Schuberth, Eberhard K. Seifert: Energiemanagement gemäß DIN EN ISO 50001. Beuth-Verlag, Berlin 1. Aufl. 2013

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Energie-, Qualitäts- und Umweltmanagementsysteme im Einzelnen und Integrierte Managementsysteme beruhen auf internationalen Standards und werden weltweit in der gelehrten Form angewandt.

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform[*1)]	**Art/Umfang inkl. Gewichtung**[*2)]	**Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen**
Klausur	90 min / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz

Modulgruppe 6: Ingenieurwissenschaftliche Praxis

6.1 Industriepraktikum
Industrial Internship

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Praxis	25

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
diverse	Deutsch/ Englisch u.a.	20 Wochen		

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Marco Taschek	Prof. Dr. Taschek, externe Praktikumsbetreuer/innen

Voraussetzungen*
Prerequisites

Abgeschlossenes Grundpraktikum, siehe SPO §7 Studienfortschritt, Absatz (2)
In begründeten Ausnahmefällen kann die Prüfungskommission auf Antrag abweichende Regelungen treffen.

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Praxisphase	20 Wochen

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Industrielle Arbeitsmethoden und Arbeitsabläufe kennenlernen
  Theoretische Kenntnisse aus dem Studium mit Erfahrungen aus der Praxis zusammenbringen und somit die eigenen Kenntnisse und Fähigkeiten vertiefen
- **Methodenkompetenz:**
  Fähigkeit, komplexe Zusammenhänge im Betrieb ingenieurmäßig zu bearbeiten und unter technisch-wirtschaftlichen Gesichtspunkten Entscheidungsempfehlungen zu erstellen
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Selbständiges Mitarbeiten im Team, Strukturen im Betrieb erkennen und für die eigene Arbeit nutzen, Beschaffen von Informationen, eigene Neigungen und Abneigungen erkennen und bei der Auswahl der Studienschwerpunkte sowie bei der späteren Wahl des Arbeitsplatzes berücksichtigen

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Einführung in die Tätigkeit eines Ingenieurs anhand konkreter Aufgabenstellungen im industriellen Umfeld.
Umsetzung bisher erworbener Kenntnisse in der Praxis.
Dabei können Arbeitsmethoden und erlerntes Fachwissen in den nachfolgenden Gebieten ausgebaut und erweitert werden:
- Entwicklung, Projektierung und Konstruktion
- Fertigung, Fertigungsvorbereitung und -steuerung
- Montage, Betrieb und Unterhaltung von Maschinen und Anlagen
- Prüfung, Abnahme und Fertigungskontrolle
- Aufgaben aus dem Bereich des Sicherheits-, Umwelttechnik
- Vertrieb und Beratung

Durch die Einbindung des Studierenden in die Organisationsstruktur des Unternehmens, lernt dieser die Aufgabenteilung und Wechselbeziehungen unterschiedlicher Unternehmensbereiche kennen.

Hinweis für dual Studierende: Das Praktikum wird im Dual-Kooperationsunternehmen durchgeführt.

Lehrmaterial / Literatur Teaching Material / Reading		
Diverse – abhängig vom Praktikumsunternehmen		
Internationalität (Inhaltlich) Internationality		
Abhängig vom Praktikumsunternehmen		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	**Art/Umfang inkl. Gewichtung**	**Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen**
Praktikumsbericht	100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

6.2 Naturwissenschaftliches Praktikum
Scientific Practical Course

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Praxis	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	2 Semester	jährlich/WS bzw. SS	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Stefan Beer	Prof. Dr. Beer, Prof. Dr. Emmel, Prof. Queitsch, Prof. Dr. Koch, Prof. Hummich, Prof. Dr. Jüntgen, Prof. Dr. Bischof

Voraussetzungen*
Prerequisites

Theoretische Grundlagen, Berechnungsmethoden und weitere Fach- und Methodenkompetenzen aus den korrespondierenden Theoriemodulen
- Physik
- Werkstofftechnik I und Chemie + Werkstofftechnik II
- Technische Strömungsmechanik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Bio- und Umweltverfahrenstechnik • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Praktikum	Praktikum inkl. Einweisung Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Kennen/Verstehen/Bewerten gängiger Experimente/Prüfmethoden in der Physik, Strömungsmechanik und der Werkstoffkunde.
- **Methodenkompetenz:**
  Planen/Durchführen/Protokollieren von Experimenten nach wissenschaftlichen Grundsätzen und Prüfmethoden.
  Auswerten von Experimenten (Darstellung von Messwerten, Diagrammdarstellung, Zitieren der wissenschaftlichen Literatur, Fehlerrechnung).
  Bewerten/Interpretieren der Ergebnisse. Überprüfung auf Plausibilität.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Zielgerichtetes Arbeiten in Kleingruppen, Terminplanung und -einhaltung, gemeinsames ingenieurwissenschaftliches Herangehen/Umsetzen/Hinterfragen. Erwerb von Teamkompetenz.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Versuche aus der Physik korrespondierend zum Inhalt des Moduls Physik (1,25 ECTS)
Versuche aus der Strömungsmechanik korrespondierend zum Inhalt des Moduls Technische Strömungsmechanik (1,25 ECTS)
Versuche aus der Werkstofftechnik (1,25 ECTS) und der Kunststofftechnik (1,25 ECTS) korrespondierend zum Inhalt der Module Werkstofftechnik I+II

Das Praktikum wird bewertet und es besteht Anwesenheitspflicht. Die Praktikumseinweisung erfolgt zum Teil als seminaristischer Unterricht. Bei entschuldigtem Versäumnis wird ein Ersatztermin angeboten.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

- Literatur und Skripten der korrespondierenden Theoriemodule
- Praktikumsanleitung, Simulationsprogramme
- Aktuelle Literaturangaben aus den zugehörigen Theoriemodulen

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Praktikumsleistung	Schriftliche, mündliche und praktische Prüfung Anteilige Gewichtung gemäß ECTS	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

6.3 Ingenieurwissenschaftliches Praktikum

Practical Course in Engineering

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Praxis	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	2 Semester	jährlich/WS bzw. SS	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Marco Taschek	Prof. Dr. Beer, Prof. Dr. Breidbach, Prof. Dr. Taschek, Prof. Dr. Weiß, Prof. Dr. Wolfram

Voraussetzungen*
Prerequisites

Theoretische Grundlagen, Berechnungsmethoden und weitere Fach- und Methodenkompetenzen aus den korrespondierenden Theoriemodulen

- Kolbenmaschinen
- Messtechnik
- Mess- und Analyseverfahren der Energietechnik
- Regelungs- und Steuerungstechnik
- Solarenergie
- Strömungsmaschinen
- Technische Thermodynamik

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Praktikum	Praktikum inkl. Einweisung Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Kennenlernen, Verstehen und Anwendung verschiedener Messmethoden und Messtechniken für unterschiedliche physikalische Größen (Druck. Temperatur, Durchsatz, Drehmoment, Strom, Spannung, Leistung, Konzentration etc.). Vertiefung der Fachkompetenz aus den Theoriemodulen durch die praktische Anwendung.

- **Methodenkompetenz:**
  Erlernen und Üben der Planung und Organisation eines Maschinenversuchs, der systematischen Durchführung mit nachvollziehbarer Datenerfassung und Auswertung. Strukturierung und Erstellung eines Versuchsberichtes.

- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Kenntnisse und Fähigkeiten aus Theorienmodulen richtig zuordnen und verbinden können, um daraus neue Lösungen für praktische Ingenieuraufgaben selbstständig abzuleiten und zu entwickeln. Organisation und Durchführung ingenieurwissenschaftlicher Aufgabenstellung (Praktikum) im Team und mit den Nachbarteams, um das Praktikumsziel gemeinsam zu erreichen.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Versuche zu den Lehrveranstaltungsmodulen:

- Mess- und Analyseverfahren in der Energietechnik (0,714 ECTS)
- Messtechnik (0,714 ECTS)
- Regelungs- und Steuerungstechnik (0,714 ECTS)
- Kolbenmaschinen (0,714 ECTS)
- Solarenergie (0,716 ECTS)
- Strömungsmaschinen (0,714 ECTS)
- Technische Thermodynamik (0,714 ECTS)

Das Praktikum wird bewertet und es besteht Anwesenheitspflicht. Die Praktikumseinweisung erfolgt zum Teil als seminaristischer Unterricht.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

- Literatur und Skripten der korrespondierenden Theoriemodule
- Maschinendokumentationen und Versuchsbeschreibungen, Praktikumsskripten
- Niebuhr, J / Lindner, G. (2011): Physikalische Messtechnik mit Sensoren, 6. Auflage, Oldenbourg Verlag, München.
- Parthier, R. (2010): Messtechnik:Grundlagen und Anwendungen der elektrischen Messtechnik für alle technischen Fachrichtungen und Wirtschaftsingenieure, 5. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Praktikumsleistung	Schriftliche, mündliche und praktische Prüfung Anteilige Gewichtung gemäß ECTS	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

6.4 Fachwissenschaftliches Praktikum
Expert Practical Course

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Praxis	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	2 Semester	jährlich/WS bzw. SS	

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Andreas P. Weiß	Prof. Dr. Beer, Prof. Dr. Brautsch, Prof. Späte, Prof. Dr. Weiß

Voraussetzungen*
Prerequisites

Theoretische Grundlagen, Berechnungsmethoden und weitere Fach- und Methodenkompetenzen aus den korrespondierenden Theoriemodulen
- Kraft-Wärme-Kopplung
- Wind- und Wasserkraft
- der Vertiefungsrichtung

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
Kann in folgenden Studiengängen angerechnet werden: • Energietechnik, Energieeffizienz und Klimaschutz	Praktikum	Praktikum inkl. Einweisung Selbststudium Vor- und Nachbereitung Prüfungsvorbereitung 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Vertiefung der Fachkompetenz aus den Theoriemodulen durch die praktische Anwendung.
- **Methodenkompetenz:**
  Erlernen und Üben der Planung und Organisation eines Maschinenversuchs, der systematischen Durchführung mit nachvollziehbarer Datenerfassung und Auswertung. Strukturierung und Erstellung eines Versuchsberichtes.
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Kenntnisse und Fähigkeiten aus Theorienmodulen richtig zuordnen und verbinden können, um daraus neue Lösungen für praktische Ingenieuraufgaben selbstständig abzuleiten und zu entwickeln. Organisation und Durchführung ingenieurwissenschaftlicher Aufgabenstellung (Praktikum) im Team und mit den Nachbarteams, um das Praktikumsziel gemeinsam zu erreichen.

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

1. Ein Praktikumsversuch „KWK-Energieeffizienz und Abgasmessung" (1 ECTS)
2. Ein Praktikumsversuch „Windturbinenprüfstand" (1 ECTS)
3. Ein Praktikumsversuch „Generatorprüfstand für Windenergieanlagen" (1 ECTS)
4. Ein Praktikumsversuch „Wasserkraft" (1 ECTS)
5. Ein Praktikumsversuch aus der gewählten Vertiefungsrichtung (1 ECTS)

Das Praktikum wird bewertet und es besteht Anwesenheitspflicht. Die Praktikumseinweisung erfolgt zum Teil als seminaristischer Unterricht.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

- Literatur und Skripten der korrespondierenden Theoriemodule
- Maschinendokumentationen und Versuchsbeschreibungen, Praktikumsskripten
- Aktuelle Literaturangaben aus den zugehörigen Theoriemodulen

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a)
Method of Assessment

Prüfungsform	Art/Umfang inkl. Gewichtung	Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen
Praktikumsleistung	Schriftliche, mündliche und praktische Prüfung Anteilige Gewichtung gemäß ECTS	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

6.5 Projektarbeit
Course-Specific Project

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Praxis	5

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch	1 Semester	jedes Semester	Abhängig vom jeweiligen Angebot

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Werner Prell	Verschiedene

Voraussetzungen*
Prerequisites

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Angeleitetes Selbststudium	Selbststudium Projektbearbeitung Schriftl. Ausarbeitung 150 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:** Abhängig vom jeweiligen Angebot
- **Methodenkompetenz:** Anwenden und Übertragen von im Studium erworbenen Fähigkeiten und Kenntnissen auf neue Problemstellungen; Anwenden des Projektmanagements: Fähigkeit zur Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Projekten; Präsentation von Projektergebnissen
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):** Selbständiges Planen, Durchführen, Auswerten und Dokumentieren von Versuchen oder Konstruktionen unter Einhaltung von Terminen
  Erkennen und Verbessern der eigenen Teamfähigkeit bei der Arbeit in Kleingruppen

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Abhängig vom jeweiligen Angebot

Hinweis für dual Studierende: Die Projektarbeit ist im dualen Studium in Zusammenarbeit mit dem Partnerunternehmen durchzuführen. Die Betreuung erfolgt durch einen Professor/eine Professorin der OTH AW, der/die im jeweiligen Studiengang lehrt.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Abhängig vom jeweiligen Angebot (Fachbücher, Veröffentlichungen, ...)

Internationalität (Inhaltlich)
Internationality

Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	**Art/Umfang inkl. Gewichtung**	**Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen**
Projektarbeit	Abhängig vom jeweiligen Angebot	Abhängig vom jeweiligen Angebot

6.6 Bachelorarbeit
Bachelor Thesis

Zuordnung zum Curriculum Classification	Modul-ID Module ID	Art des Moduls Kind of Module	Umfang in ECTS-Leistungspunkte Number of Credits
		Ingenieurwissenschaftliche Praxis	12

Ort Location	Sprache Language	Dauer des Moduls Duration of Module	Vorlesungsrhythmus Frequency of Module	Max. Teilnehmerzahl Max. Number of Participants
Amberg	Deutsch		jedes Semester	1

Modulverantwortliche(r) Module Convenor	Dozent/In Professor / Lecturer
Prof. Dr. Werner Prell	Verschiedene

Voraussetzungen*
Prerequisites

- 160 im Studienverlauf erworbene ECTS
- abgeschlossenes praktisches Studiensemester

***Hinweis: Beachten Sie auch die Voraussetzungen nach Prüfungsordnungsrecht in der jeweils gültigen SPO-Fassung.**

Verwendbarkeit Usability	Lehrformen Teaching Methods	Workload
	Bachelorarbeit	360 h

Lernziele / Qualifikationen des Moduls
Learning Outcomes

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:

- **Fachkompetenz:**
  Abhängig vom jeweiligen Thema
- **Methodenkompetenz:**
  Anwenden und Übertragen von im Studium erworbenen Fähigkeiten und Kenntnissen auf neue Problemstellungen
  Anwenden des Projektmanagements: Fähigkeit zur Planung, Durchführung, Auswertung und Dokumentation von Projekten
  Präsentation von Projektergebnissen
- **Persönliche Kompetenz (Sozialkompetenz und Selbstkompetenz):**
  Selbständiges Planen, Durchführen, Auswerten sowie Dokumentieren von Projekttätigkeiten und -ergebnissen unter Einhaltung von Terminen

Inhalte der Lehrveranstaltungen
Course Content

Abhängig vom jeweiligen Angebot

Hinweis für dual Studierende: Die Bachelorarbeit ist in Zusammenarbeit mit dem jeweiligen Dual-Kooperationsunternehmen anzufertigen. Die inhaltliche Detailierung und der wissenschaftliche Anspruch wird in Zusammenarbeit von firmenseitiger Betreuung und Erstprüfer/in an der OTH Amberg-Weiden sichergestellt.

Lehrmaterial / Literatur
Teaching Material / Reading

Abhängig vom jeweiligen Angebot (Fachbücher, Veröffentlichungen, …)

Internationalität (Inhaltlich) Internationality		
Abhängig vom jeweiligen Angebot		
Modulprüfung (ggf. Hinweis zu Multiple Choice - APO §9a) Method of Assessment		
Prüfungsform	**Art/Umfang inkl. Gewichtung**	**Zu prüfende Lernziele/Kompetenzen**
Bachelorarbeit	Schriftliche Ausarbeitung / 100 %	Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Persönliche Kompetenz

Aktualisierungsverzeichnis

Update directory

Nr	Grund	Datum
0	Ausgangsdokument	01.10.2020
2	4.4 AWPM – Hinweis auf ergänzendes Modulhandbuch aufgenommen	18.01.2021
3	Vorlesungsrhythmen aufgrund des möglichen Studienbeginns im SS angepasst	20.05.2021
4	Prof. Dr. Breidbach in folgenden Modulen als Dozent eingetragen: - 2.3 Messtechnik (LBA Warkall entfernt) - 2.1 Elektrotechnik I - 2.5 Informatik I - 6.3 Ingenieurwissenschaftliches Praktikum	11.06.2021
5	3.5 Energieinformatik: Modulverantwortlichen Prof. Brautsch durch Prof. Lechner ersetzt	24.06.2021
6	Hinweis auf eine mögliche, teilweise Anrechnung von Praktikumsinhalten entfernt	20.07.2021
7	4.1 Vertiefung Energieeffizienz und Energieeinsparung: Hinweis, dass die Vertiefung aktuell nicht angeboten wird.	20.07.2021
8	1.6 Einführung in Energietechnik und Klimaschutz: Prof. Dr. Lechner als Dozent aufgenommen	03.08.2021
9	4.3.1 Intelligente Netze: Prof. Dr. Lechner als Modulverantwortlichen eingetragen (vorher Prof. Dr. Brautsch).	16.11.2021
10	Hinweise zum dualen Studium aufgenommen: - Vorbemerkung - 6.1 Industriepraktikum - 6.5 Projektarbeit - 6.6 Bachelorarbeit	24.06.2022
11	4.3.3 Simulation energetischer Systeme: Dozent Prof. Späte durch Prof. Dr. Bleibaum ersetzt	12.09.2023
12	4.3.3 Simulation energetischer Systeme: - Die Modulverantwortung geht von Prof. Dr. Beer auf Prof. Dr. Prell über - Änderung der Prüfungsform von Klausur in Modularbeit (Seminararbeit und mündliche Präsentation)	18.10.2023
13	1.2: Mathematik für Ingenieure II: Hinweis aufgenommen, dass durch Teilnahme am digitalen Lernbaustein Bonuspunkte für die Prüfung erworben werden können.	18.01.2024
14	4.3.2 Energiespeicher und -wandlungsverfahren: - Die Modulverantwortung geht von Prof. Dr. Beer auf Prof. Dr. Brautsch über - Dozent Prof. Dr. Weiß hinzugefügt, Dozenten Prof. Dr. Beer und Prof. Dr. Lechner entfernt	25.10.2024
15	In der Vorbemerkung und in den Modulbeschreibungen wurden Hinweise zum dualen Studium aufgenommen.	21.01.2025
16	Der Studiengang Patentingenieurwesen wird nicht mehr angeboten und wurde deshalb aus den Feldern „Verwendbarkeit" entfernt.	21.01.2025
17	6.2 Naturwissenschaftliches Praktikum und 6.3 Ingenieurwissenschaftliches Praktikum: Dozent Prof. Dr. Mändl entfernt.	29.04.2025

18	6.3 Ingenieurwissenschaftliches Praktikum: Die Versuche zum Theoriemodul „Energieeffizienz in Gebäuden" entfallen. Dadurch verändert sich die Gewichtung der Versuche zu den bestehenden Themenbereichen. Bisherige Gewichtung 0,625 ECTS – neue Gewichtung 0,714 bzw. 0,716 (Solarenergie) Dozent Prof. Späte entfernt.	29.04.2025